Multiframe

Windows Version 9.5

ユーザマニュアル

© Formation Design Systems Pty Ltd 1985 – 2006

日本語版：株式会社ディシジョン・ジャパン

ライセンスと著作権

Multiframe Program

© 1985-2006 Formation Design Systems

Multiframe is copyrighted and all rights are reserved. The license for use is granted to the purchaser by Formation Design Systems. As a single user license and does not permit the program to be used on more than one machine at one time. Copying of the program to other media is permitted for back-up purposes as long as all copies remain in the possession of the purchaser.

Multiframe User Manual

© 1985-2006 Formation Design Systems

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, transmitted, transcribed, stored in a retrieval system, or translated into any language in any form or by any means, without the written permission of Formation Design Systems. Formation Design Systems, reserve the right to revise this publication from time to time and to make changes to the contents without obligation to notify any person or organization of such changes.

DISCLAIMER OF WARRANTY

Neither Formation Design Systems, nor the author of this program and documentation are liable or responsible to the purchaser or user for loss or damage caused, or alleged to be caused, directly or indirectly by the software and its attendant documentation, including (but not limited to) interruption on service, loss of business, or anticipatory profits. No Formation Design Systems distributor, or agent, or employee is authorized to make any modification, extension, or addition to this warranty.

目次

ライセンスと著作権 iii
目次 v
このマニュアルについて 1
第 1 章　Multiframe を学ぶ 1
はじめる前に 2
Multiframe のインストール 2
Multiframe の起動 2
Multiframe チュートリアル 3
フレームを描く 5
部材の選択 7
クリッピング 12
節点の選択 15
節点の拘束 16
セクションの属性 16
部材の選択 17
荷重 20
節点への荷重 20
部材への荷重 22
荷重条件の組み合わせ 26
解析 27
解析結果 28
異なる荷重条件を見る 31
部材図を見る 31
節点変位と反力を見る 32
結果表 34
アニメーション 37
構造と結果の保存 38
プリント 40
プリンターの設定 40
データを印刷する 41
要約 41
第 2 章　Multiframe を使う 43
操作 44
Multiframe のマウス操作 44
Multiframe のキーボード操作 45
ビューを使う 46
ビュー方向 46
3D ビューを回転させる 46
拡大／パン／縮小／ウィンドウサイズ 47
クリッピングとマスキング 49
レンダリング 53
節点および部材の選択 55
シンボル 55
凡例 56
構造物を作る 61
構造物を描く 61
サイズの指定 61
グリッドを使う 61
構造グリッド 62

図面の奥行き 64
節点および部材への吸着 65
動的な作図ラインへの拘束 65
描画設定 66
原点を設定 67
部材の追加 67
部材と部材の接続 68
選択 69
部材を分割する 71
円弧に変換 72
部材の結合 73
部材の交差 73
部材を削除する 74
自動生成 74
複製 79
円筒座標 81
球状の座標 83
節点を動かす 83
節点の座標を変更する 84
節点の追加 84
節点の整列 85
複数の節点を動かす 85
部材 1 つを動かす 86
部材の接続解除 87
部材の再サイズ 87
構造物を再縮尺 88
部材を回転する 88
梁、柱の押し出し 89
部材の反転 89
部材の横ずれ 90
数値での座標編集 90
節点番号と部材番号 92
節点ラベルと部材ラベル 93
拘束 93
節点拘束 94
バネ支点 94
数値での拘束変更 95
グループ化 96
同一変位グループ設定（剛床仮定の取り扱い） 98
節点質量 99
部材質量 100
部材方位 100
セクション属性 102
標準セクションの追加 102
カスタムセクションの追加 103
セクションの削除 105
セクションの編集 106
セクションタイプ 106
セクションライブラリー 106
節点タイプ 108
節点方位 108
部材解放 109

部材タイプ 110
剛域の設定（部材オフセット） 111
部材端部バネ 112
部材モデル 113
部材せん断面積 114
荷重を定義する 116
節点への荷重 116
節点のモーメント 117
規定変位 117
全体分布荷重 118
部材分布荷重 119
全体集中荷重 120
部材集中荷重 121
全体モーメント 122
部材モーメント 122
熱荷重 123
数値での荷重編集 124
自重 125
荷重条件 127
動的荷重 130
式の計算 135
解析をする 138
非線形解析の実行 139
座屈解析 141
モーダル解析の実行 143
時刻歴応答解析の実行 144
解析結果を見る 145
結果ウィンドウ 145
節点変位の結果表示 146
節点反力の結果表示 146
部材応力の結果表示 146
最大部材応力の結果表示 147
部材応力度の結果表示 147
最大部材応力度の結果表示 148
部材細部の結果表示 148
バネ部材の応力の結果表示 149
部材端部バネの応力の結果表示 149
非線形解析の結果表示 150
固有値振動解析の結果表示（Multiframe4D のみ） 150
部材座屈の結果表示 150
時刻歴応答の結果表示（Multiframe4D のみ） 150
時刻歴応答の包絡荷重条件の表示（Multiframe4D のみ） 152
プロットウィンドウ 152
構造図 154
応力度 157
部材図 157
包絡荷重条件の結果表示 158
節点の反力 159
節点の変位 160
モーダル解析の結果表示 160
座屈解析の結果表示 161
計算をする 162

計算シート 162
計算シートの既存変数 162
セクション属性変数 164
計算式の保存 164
プリント 165
ページ設定 165
プリンターのセットアップ 165
結果レポートの印刷 165
図形の印刷 166
ウィンドウの印刷 166
データ交換 167
ファイルのインポート 167
ファイルのエクスポート 169
グラフィックス 173
表データ 173
アニメーション 173
第 3 章　Multiframe リファレンス 175
ウィンドウ 176
ツールバー 177
メニュー 182
ファイルメニュー 182
インポートサブメニュー 183
エクスポートサブメニュー 184
編集メニュー 186
セクションサブメニュー 189
材料サブメニュー 189
ビューメニュー 189
ウィンドウサイズサブメニュー 191
クリッピングサブメニュー 192
マスキングサブメニュー 192
現在ビューサブメニュー 193
ツールバーサブメニュー 194
選択メニュー 195
作成メニュー 197
グループメニュー 200
フレームメニュー 200
荷重メニュー 202
表示メニュー 203
データサブメニュー 205
結果サブメニュー 206
応力サブメニュー 207
応力度サブメニュー 208
ケースメニュー 209
荷重条件の追加サブメニュー 210
時刻メニュー 210
ウィンドウメニュー 211
ヘルプメニュー 212
第 4 章　Multiframe 解析法 213
解析法 214
剛性マトリックス法 214
軸と記号 214
部材の応力 216

モーダル解析 216
容量 218
非線形解析 219
参考書 220
付録 A トラブルシューティング 221
トラブルシューティング 221
付録 B トラスの解析方法 225
トラスの解析方法 225
付録 C セクションマップファイルフォーマット 227
セクションマップフォーマット 227
付録 D テキストファイルフォーマット 229
テキストファイルフォーマット 229
Multiframe テキストサンプルファイル 232
付録 E スプレッドシートをMultiframeと使う 237
概要 237
付録 F Multiframeの品質管理 243
品質管理 243
索引 245

このマニュアルについて

このマニュアルは、構造解析設計システム Multiframe のユーザマニュアルです。

第 1 章　Multiframeを学ぶ

構造とこれに作用する荷重の作成、修正、解析、および解析結果の検討方法を、例題を通して実際に経験することができます。この章で例題に沿って Multiframe の基礎を学ぶと、自信を持って構造解析を行えるようになります。

第 2 章　Multiframeを使う

プログラムの各機能がステップバイステップ形式で解説されています。この章には、実際に構造を設計・解析する際に必要とされるほとんどすべての機能が網羅されています。

第 3 章　Multiframeリファレンス

Multiframe の操作の概要と、各コマンドの概略の機能説明が行われています。

第 4 章　Multiframe解析法

Multiframe の用いる解析手法について解説します。Multiframe を用いて実際に解析を行う前にこの章をよく読み、Multiframe の解析手法とその制限事項をよく理解しておくようにして下さい。章の最後には、Multiframe の解析能力とその制限事項がまとめられています。

このマニュアルは、Multiframe の 3D 版と 4D 版で兼用されるようになっています。マニュアル中で、4D 版だけに適用される機能を説明している部分には、その旨の表示があります。

第 1 章　Multiframe を学ぶ

この章では、インストール作業を含む実習プログラムを通して、Multiframe の使い方を学びます。

- はじめる前に
- **Multiframe チュートリアル**

はじめる前に

マトリックス剛性法を用いた構造解析についてあまりご存じない方は、はじめに第 4 章 Multiframe解析法の説明を読まれることをお勧めします。

サポートされるオペレーティングシステム

Microsoft は、今後次のオペレーティングシステムをサポートしません。

Windows 95	– 延長サポートが 2001 年 12 月で終了
Windows 98	– 延長サポートが 2004 年 1 月で終了
Windows NT 4.0	– 延長サポートが 2004 年 6 月で終了

Multiframe は Windows 95 をサポートしておらず、Window 98 および Windows NT 4.0 をサポートする最後の Multiframe はバージョン 8.6 です。今回リリースされる Multiframe バージョンおよび将来バージョンについては、Windows XP、Windows 2000 または Windows 2003 をお使いになることをお勧めします。

今回リリースされる Multiframe バージョンは Windows 2000/ME/XP/2003 で動作します。

Multiframe のインストール

マシンの CD 装置に Formation Design Systems CD を挿入し、メニューに従ってインストールを行います。最初のメニュー画面は、CD を挿入すると自動的に表示されます（セットアップ作業の詳細については、別冊のインストールマニュアルを参照して下さい）。

OpenGL

フレームのレンダリングでは、オプションで OpenGL グラフィックスを使う場合があります。ユーザは、ビデオカードに付属の OpenGL ドライバまたは Microsoft Windows にインストールされているデフォルトのドライバをインストールする必要があります。

OpenGL は、正しく実行するように適切なドライバソフトウェアを必要とします。必要なドライバは、コンピュータにインストールされているオペレーティングシステムおよびビデオカードに応じて異なります。通常これらのドライバは、Microsoft、ビデオカードまたはビデオカードチップセットのメーカーから提供されています。希に、Multiframe が画像を正しくレンダリングできない問題、あるいはコンピュータがクラッシュする問題がドライバによって生じることがあります。

このような問題は、最新のビデオカード、珍しいビデオカード、Windows 2000 または Windows NT などのオペレーティングシステムを使用する場合に起こりがちです。問題が発生した場合は、OpenGL スクリーンセーバーなどの他の OpenGL ソフトウェアを実行することによって、ドライバまたは Multiframe に支障があるのかどうかを判断することができます。OpenGL スクリーンセーバーがクラッシュする場合は、問題が OpenGL ドライバにあると考えられるのでドライバをアップデートしてください。ビデオカードのメーカーは、ドライバを定期的にアップデートしており、通常は各社のウェブサイトから提供されます。また、http://www.glsteup.com のサイトも非常に役立ちます。

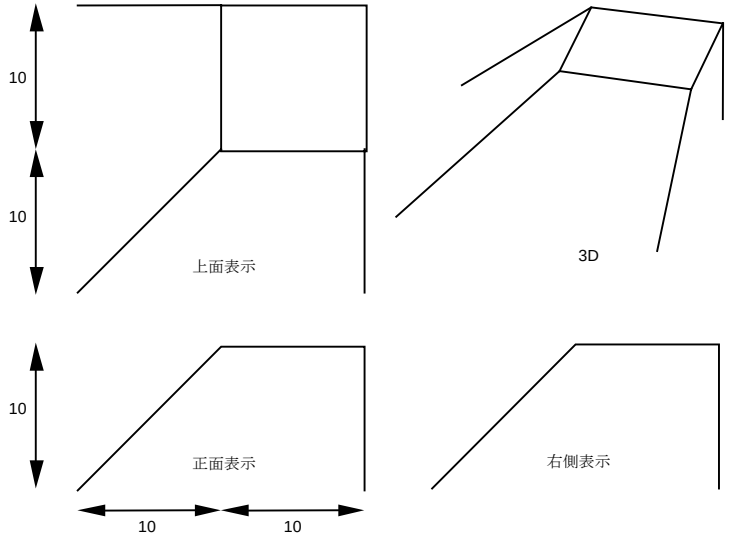
Multiframe の起動

インストールが完了すると、Multiframe はスタートメニューから起動できるようになります。また、特に指定しない限り、Multiframe は Program Files フォルダにインストールされます。

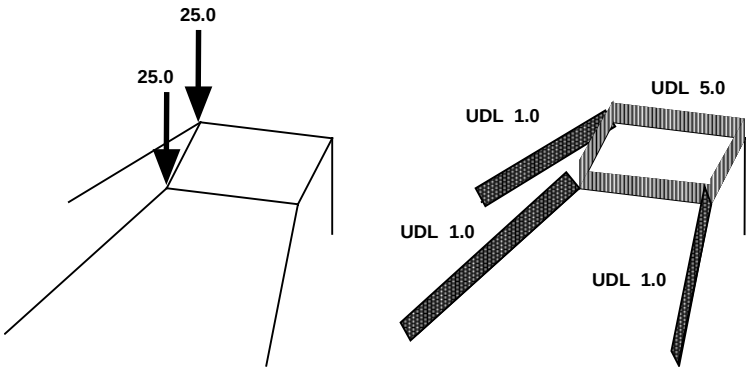
Multiframe を起動すると、著作権の画面表示の後に、フレーム、荷重条件、プロットなどのウィンドウが表示されます。

Multiframe チュートリアル

この章では、Multiframe による構造解析設計の概念および技法を紹介するために、順を追って簡単なフレームの解析を説明していきます。実習に使用されるフレームは下図の通りです。



実習では、このフレームに以下の 2 つの異なる荷重条件を設定し、それぞれの条件、または両方の荷重条件を組み合わせたものに対して解析を行います。



単位設定を確認します。

- **ビューメニューから、単位を選択します。**

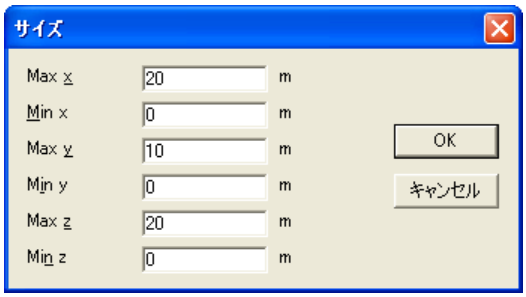
ここでは、SI 単位系でまとめられている「Australian」単位グループを設定します。

- **左側の単位グループから、「Australian」を選択します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

フレームウィンドウにフレーム部材を 1 本ずつ描いてゆく前に、フレームの描画縮尺をまず設定します。

- **ビューメニューから、寸法を選択します。**

描画できるフレームの最大寸法値を設定する、6 つのフィールドを持つダイアログボックスが表示されます。



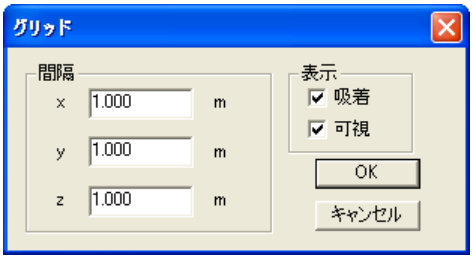
- **最大 x 座標に「20」をタイプし、Tab キーを使って次のフィールドに移ります。**
- **最小 x 座標に「0」をタイプし、Tab キーを使って y 座標の最大と最小のところにそれぞれ「10」と「0」を、z 座標の最大と最小にそれぞれ 「20」と「0」を入力します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

入力をまちがえた場合は、Backspace または Delete キーを使ってその数字（または文字）を消して下さい。また、入力が済んでから次のフィールドへ移るには Tab キーを使います。

ここで、フレームを簡単に描画できるようにグリッドオプションを設定します。グリッドオプションを使えば、マウスでの入力を一定のグリッド間隔で設けられたグリッド点上だけに限定させることができます。

- **ビューメニューから、グリッドを選択します。**

x、y、z 方向へのグリッド間隔を設定するフィールドを持ったダイアログボックスが表示されます。

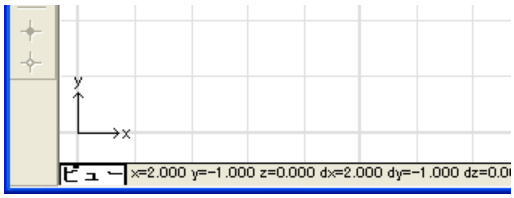


- **x、y、z 方向へのグリッド間隔として、それぞれ 1 を入力します（Tab キーを使って次のフィールドに移動して下さい）。**
- **吸着オプションを選択し、グリッド機能を有効にします。**

吸着オプションを選択すると可視オプションも自動的に選択され、フレームウィンドウでは、設定されたグリッド点が表示されるようになります。

- **OK ボタンをクリックし設定を終わります。**

フレームウィンドウでマウスを動かすと、ウィンドウ左下に表示された座標値から、マウスポインターがグリッド上の最も近い点にのみ照準されることがわかります。



以上で、フレームを描く準備が整いました。

フレームを描く

1 本目の部材をフレームウィンドウに描いてみましょう。

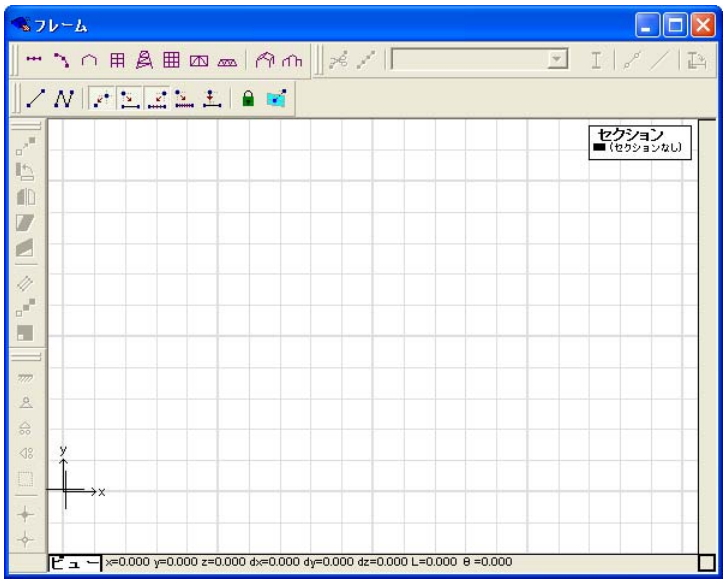
- **作成メニューから、部材追加を選択します。**
- **あるいは、部材ツールバーから部材追加アイコンを選択します。**

クロスヘア（十字線）がフレームウィンドウに表示されます。

- **クロスヘアを 1 つめの節点位置まで動かします。**

ウィンドウ左下の座標値表示が x = 0.000、y = 0.000、z = 0.000 を示すまでマウスポインターを移動します。

- **位置が決まったらマウスボタンを押します。**



- **2 つ目の節点位置までクロスヘアをドラッグします。**

座標値表示が x = 10.000、y = 10.000、z = 0.000 を示すまで、クロスヘアをドラッグします。クロスヘアをドラッグすると、描画中の部材形状はリアルタイムに変化します。またウィンドウの左下には、その部材の座標や長さ、勾配なども示されます。

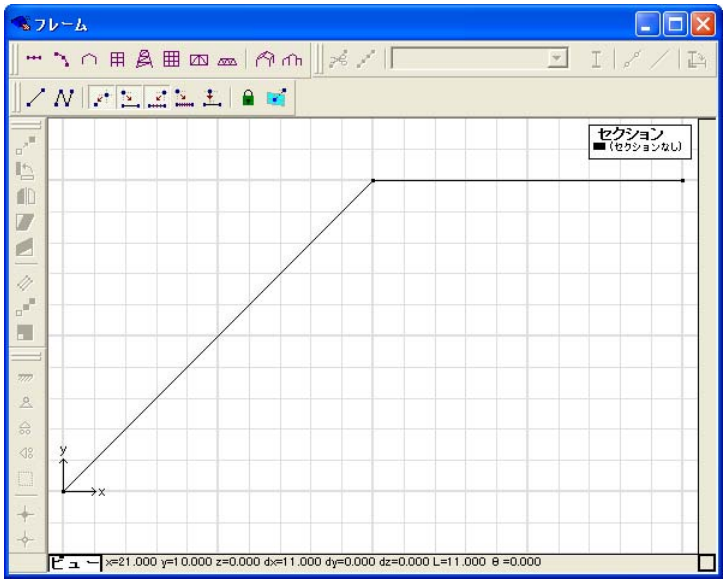
- **マウスボタンを放します。**

最初に節点をクリックして、2 番目の節点にクリックするとマウスをドラッグしないで部材の作成ができます。

マウスボタンを放すと、指定した 2 つの節点間に新しい部材が描かれます。部材の両端には節点を示す黒い小さな四角形が表示されます。

次に、今描いた部材の 2 つめの節点から、x 軸に沿って右方向に伸びる部材を描きます。

- **作成メニューから、部材追加を選択します。**
- **マウスポインターを部材の上側の節点に移動します。**
- **節点上でマウスボタンを押します。**
- **座標値が x = 20.000、y = 10.000、z = 0.000 を示すまでマウスを右方向にドラッグし、ボタンを放します。**

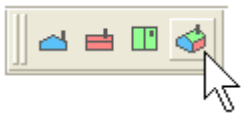


部材を追加する際、すでに存在している節点上、またはその近くをクリックすると、その部材と新しく追加される部材は、その節点を共通の節点として、自動的に接合されます。

節点の位置を誤ってしまった場合、マウスを使って新しい位置へドラッグするか、もしくはダブルクリックで新しい位置を入力することができます。

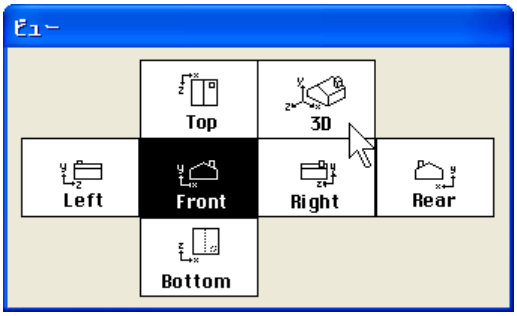
これまで、フレームウィンドウの正面表示を用いてフレームを描いてきましたが、ここで、フレームウィンドウ左下に設けられたビューボタンを使って、表示ビューを変更してみましょう。まず、フレームウィンドウが最前面に表示されていることを確認します。

- **ビューツールバーの 3D ボタンをクリックします。**

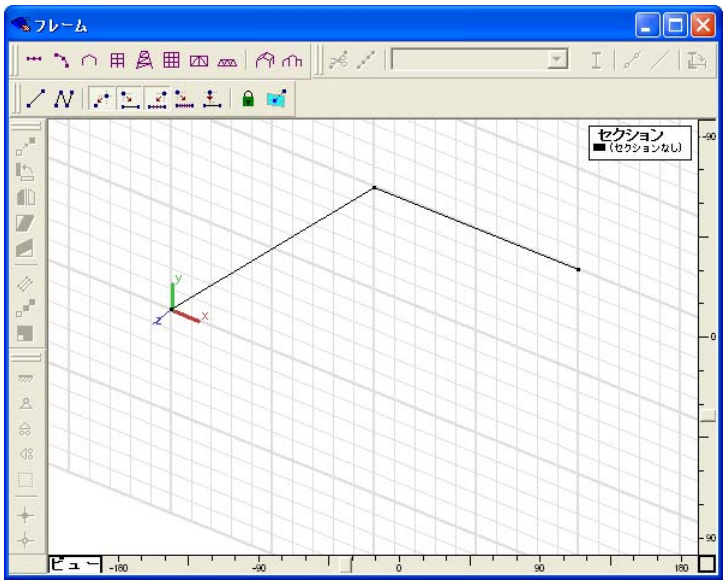


- **あるいは、ビューボタンをクリックします。**

Multiframe が用意する 7 つの表示ビューを示したダイアログボックスが表示されます。



- **3D アイコンをクリックします。**



この先チュートリアルで、グリッドは必要ありません。ビューツールバーのグリッドアイコンをクリックし、グリッド表示をオフにします。

部材の選択

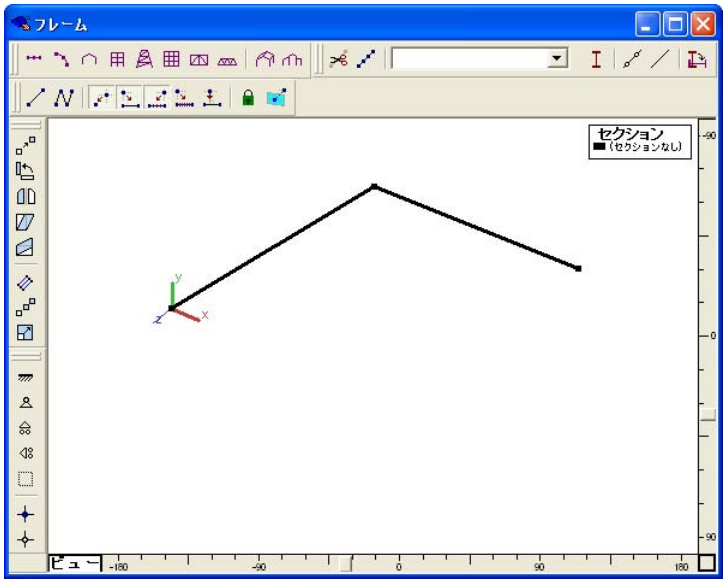
フレームで残りの部材を手で描くこともできますが、複製と押し出しのコマンドにより、自動的に生成することも可能です。フレームの一部分を複製する前に複製したい部材を選択する必要があります。

- **端部から離れたところの斜辺の部材にポイントし、クリックして下さい。**

その選択された部材が黒太くなります。次に、もう 1 つの複製したい部材を選択します。

- **Shift キーあるいは Ctrl キーを押しながら 2 番目の部材をクリックします。**

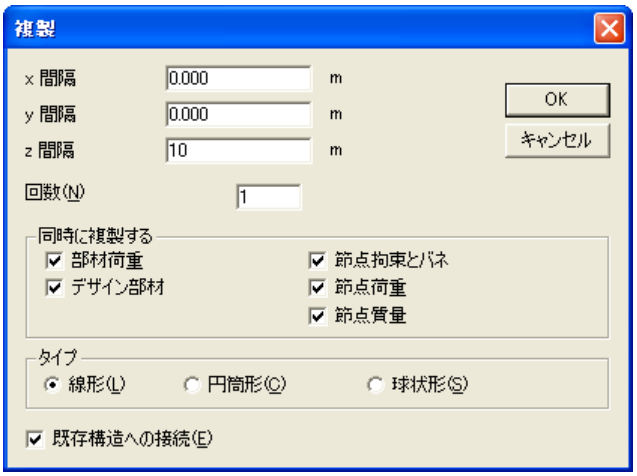
Shift キーあるいは Ctrl キーを押しながら部材をクリックすると、その部材がまだ選択されていない場合には、現行の選択に追加され、すでに選択されている場合には現在の選択から取り除かれます。この場合、両方の部材は選択されていることを示すために黒太く表示されます。



2 つの部材を選択したら、

- **作成メニューから、複製を選択します。**

ダイアログボックスが現れ、各軸方向で複製する部材の間隔を指定します。この場合は、複製したい部材の間隔は x、y、z 方向でそれぞれ 0、0、10.000 になります。

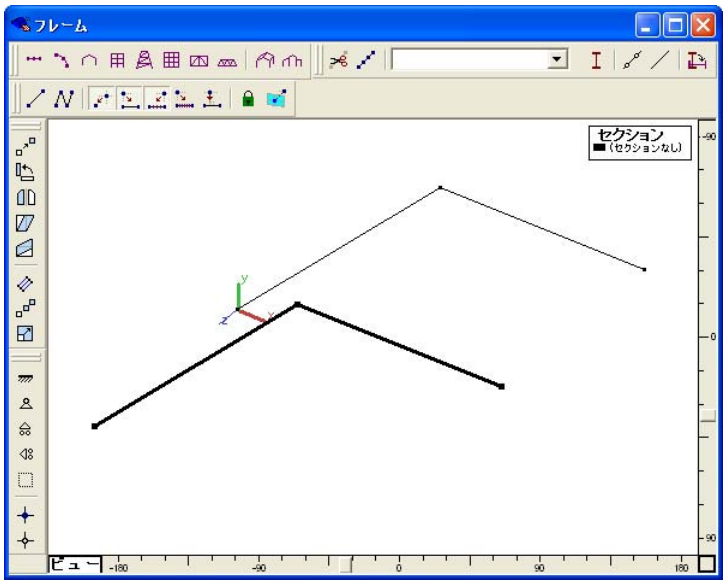


- **間隔に「0」、「0」、「10.000」を入力します。**

選択した部材を一度だけ複製するので、回数の 1 をそのまま残します。

- **OK ボタンをクリックします。**

選択された部材が新しい位置に複製されます。



次に、押し出しコマンドを使ってフレームの右方の柱を追加していきます。押し出しコマンドにより現行既存の節点から x、y、z 軸方向に対して平行に押し出して部材を構築することができます。これで水平、または縦の梁、柱を簡単に作ることができます。

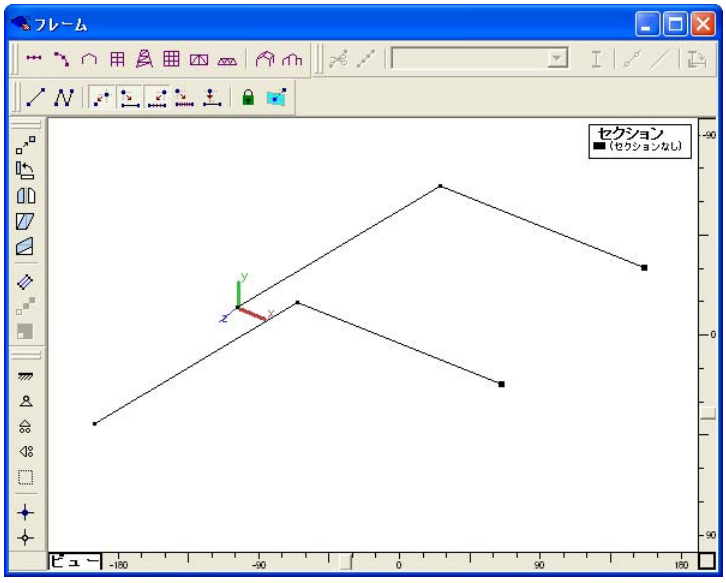
まず、フレーム右上の 2 つの節点を選択します。

- **1 番目の節点をクリックします。**

1 番目の節点が指定されてその上に黒いボックスが表示されます。

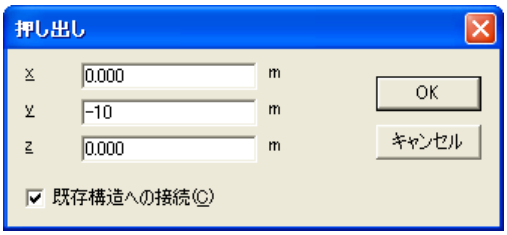
- **Shift キーを押しながら 2 番目の節点をクリックします。**

これにより、2 番目の節点も指定されて黒くなります。先に説明した様に、このように Shift キーを押しながらクリックすることによって、2 つ以上の節点を指定できます。



- **作成メニューから、押し出し...を選択します。**

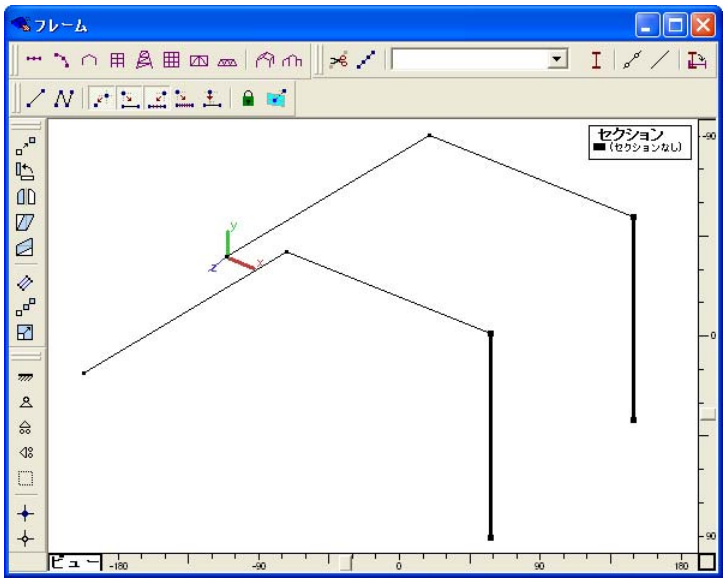
ダイアログボックスが現れて、部材の長さと押し出しをする方向を指定できます。



この場合、部材を 10m 下方に押し出すとします。

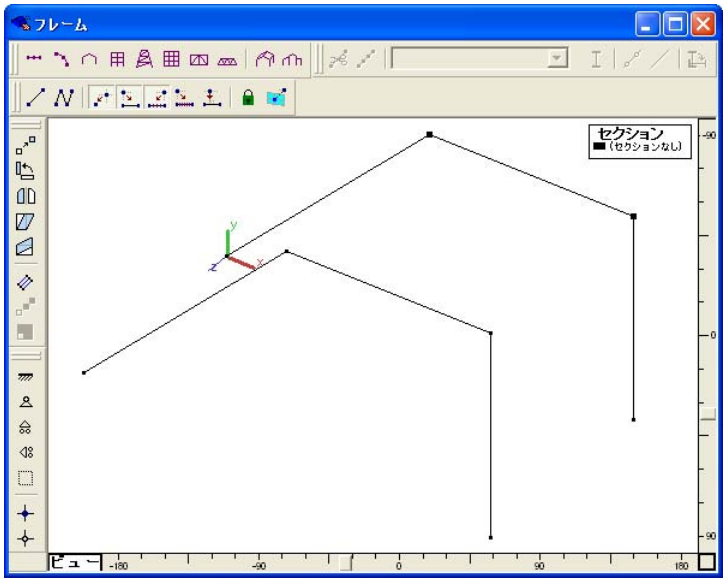
- **押し出し寸法に「0」、「-10」、「0」を入力し、**
- **OK ボタンをクリックします。**

2 本の部材が追加され、現在の節点に接続されます。



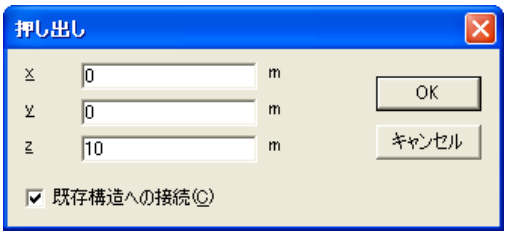
次に、押し出しコマンドを使って 2 つのフレームを接続する 2 つの梁を追加します。

まず、1 つ目のフレームの頂点にある 2 つの節点を選択します。



- **作成メニューから、押し出し...を選択します。**

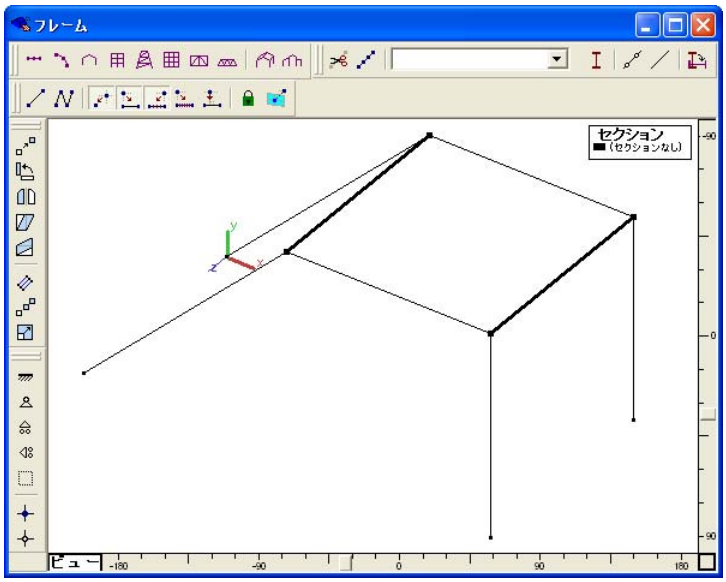
ダイアログボックスが現れて、部材の長さと押し出しをする方向を指定できます。



この場合、部材を z 方向に 10m 押し出すとします。

- **押し出し寸法に「0」、「0」、「10」を入力し、**
- **OK ボタンをクリックします。**

2 本の部材が追加され、現在の節点に接続されます。



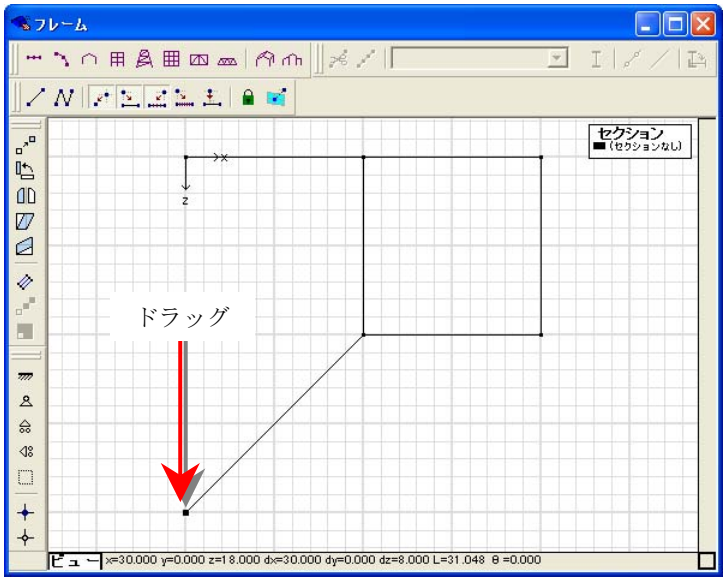
次に、一番手前の斜めの柱の下の節点を動かして x 軸と z 軸両方に傾斜するようにします。

- **ビューボタンを使って Top（平面図）に変更します。**

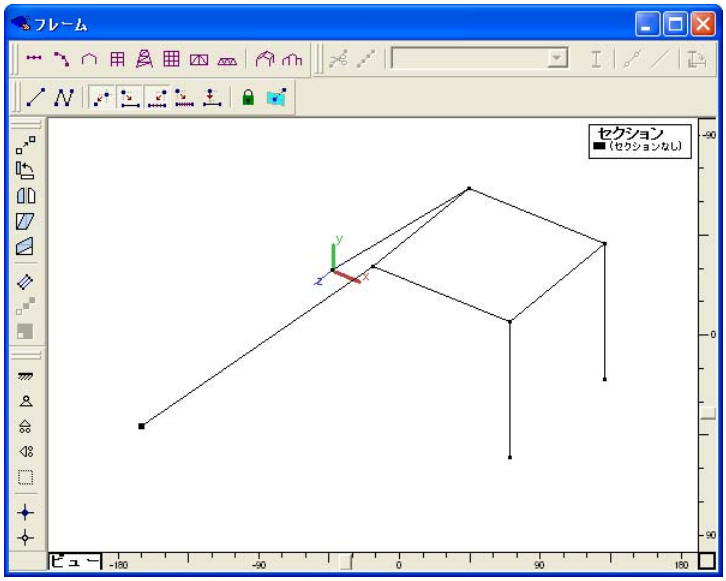
まず、現在選択されている節点の選択を解除するために、節点から離れた位置をクリックします。次に、作成したい位置へ節点をドラッグしやすくするために、グリッド表示をオンにします。

- **マウス中央のホイールを回転して拡大または縮小します。作業に適した表示にします（ビューメニューの拡大または縮小コマンドでも行えます）。**
- **マウス中央ボタンを押したまま、パン移動します（ビューメニューのパンコマンドでも行えます）。**

次に動かしたい節点をポイントし、マウスボタンを押しながら新しい位置（x = 0.000、y = 10.000、z = 20.000）にドラッグします。y 座標は現行の奥行き（この場合 10.000）を表示していますが、2 次元ビューでドラッグしても節点の奥行きは変わりません。



グリッド表示をオフにし、3D ボタンを使って以下のような図面になっていることを確認してください。ビューメニューからウィンドウサイズコマンドを使って図面をフレームウィンドウのサイズに合わせることもできます。



クリッピング

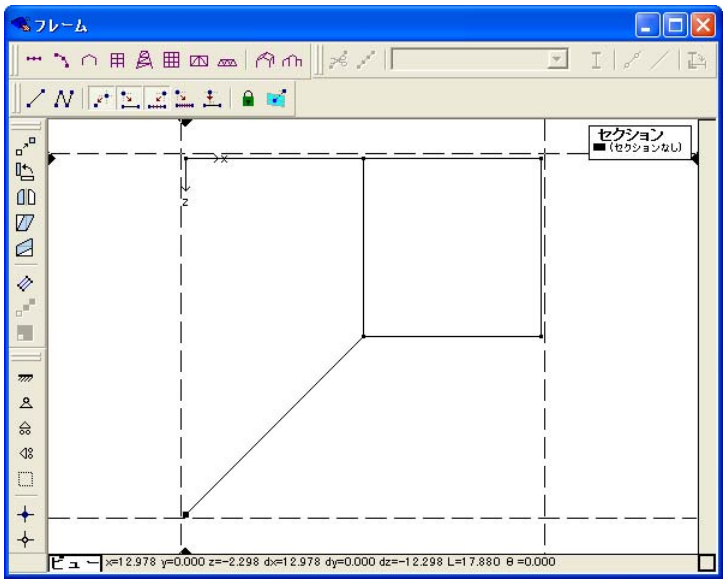
3 次元で骨組み構造を作る際に難しいのは、2 次元に戻した時、それぞれの部材がどこにくるかを見極めることです。Multiframe は、クリッピング・コントロール機能で、一度に作業をする部材の数を管理することができます。クリッピングで、作業をしたいフレーム部分を囲む 3 次元のボックス（クリッピングボックス）を指定することができます。

クリッピングを使う場合、グリッドを消した方がわかりやすくなります。

- **ビューメニューから、グリッドを選択します。**
- **チェックボックスを外し、グリッド表示をオフにします。**
- **OK ボタンをクリックします。**

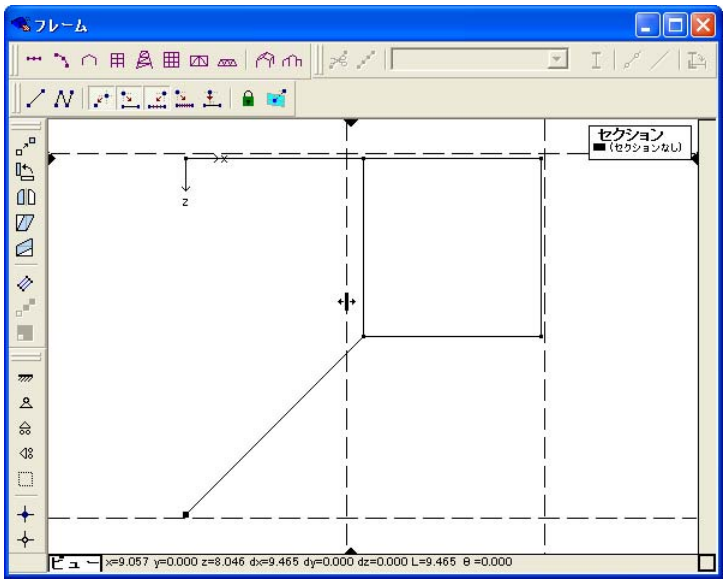
クリッピング作業を始めるときに、まずビューボタンで Top（平面図）を選択します。クリッピングバーの初期位置がフレームの周囲にあるようにクリッピングをオンにします。

- **ビューメニューのクリッピングサブメニューから、フレームへクリップを選択します。**



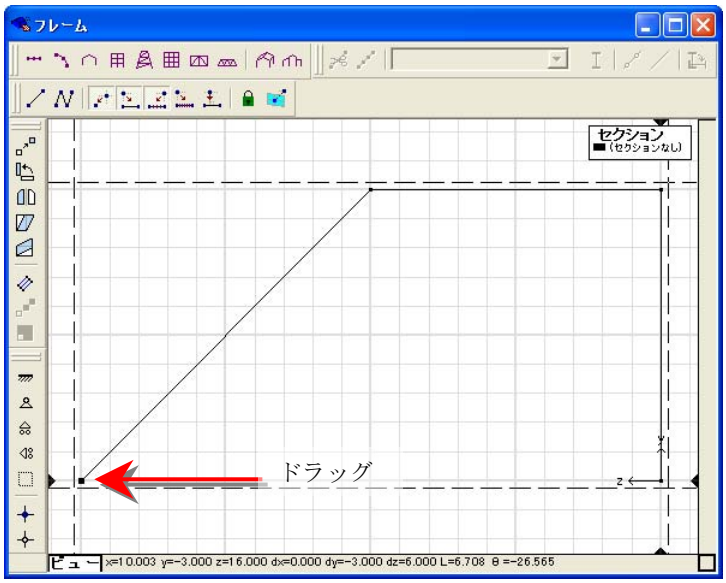
これで、クリッピングボックスの壁で構造をフレームから囲む準備ができました。クリッピングボックスの壁をマウスでドラッグすることによって、壁の位置を変更することが可能です。

- **左側のクリッピングバーにポイントしてマウスボタンを押しながら、**
- **フレームの中央にある節点のすぐ左側に来るようにドラッグします。**
- **マウスボタンを放します。**



部材を完全にクリッピングボックスの中にいれて、部材が黒で表示されるようにしてください。部材が完全にクリッピングボックス内に入っていない場合、その部材は灰色表示されます。灰色表示される部材を選択、移動、接続することはできません。次に、ビューを Right （右側）に変更します。

グリッド表示をオンにします。

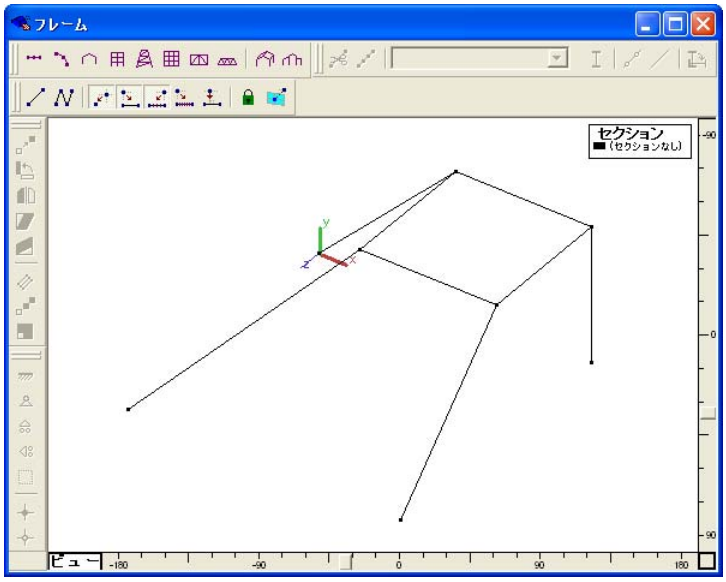


フレーム左下の節点をクリックし、x = 10.000、y = 0.000、z = 20.000 の位置までドラッグしてください。クリッピングがオンになっているので、後方にある節点に偶然に接続することはありません。

最後にビューボタンで 3D ビューを選択し、図面が正しく作られたことを確認します。ビューメニューのウィンドウサイズコマンドを使ってウィンドウの中央に持っていきます。

クリッピングをオフにします。

グリッド表示をオフにします（フレームウィンドウにおけるグリッドの表示と自動合わせ機能が無効となります）。



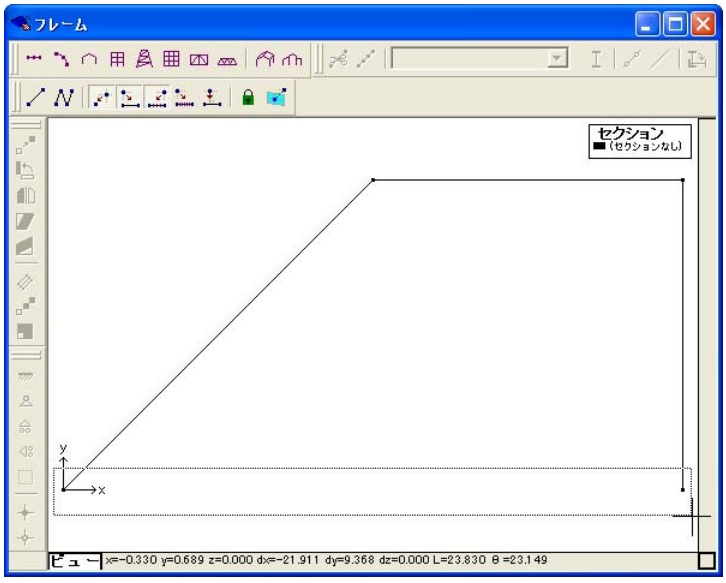
これでフレームの作成が完了します。次に、今作成している構造物に関して必要とされる拘束と各部材のセクションタイプの指定に移ります。

節点の選択

構造物の拘束と部材の属性を設定するため、まず節点もしくは部材を選択します。

拘束を設定する前に、正面表示に変更します。

マウスを使って、フレーム下部の節点を囲む長方形の選択枠をドラッグします。



すると節点上に黒いボックスが現れます。これはこの節点が選択されたことを示しています。

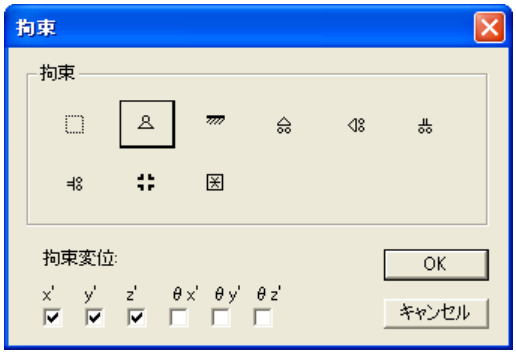
節点の拘束

構造上、自由に動くことのできない節点は、Multiframe モデルにおいてそれぞれの方向で拘束されなければなりません。この拘束は、平面、垂直方向の拘束、あるいは回転に対する拘束、またはこれらの拘束の組み合わせです。

選択された節点に固定拘束を与えるには、

- **フレームメニューから、節点拘束を選択します。**

ダイアログボックスが現れ、節点のアイコンが表示されます。



- **ピン拘束のアイコンをクリックします。**
- **OK ボタンをクリックします。**

選択した節点上に、ピン拘束のアイコンが表示されます。ピン拘束された節点は、平面、垂直方向には移動できませんが回転は自由にできるようになっています。ダイアログ下段のチェックボックスは、それぞれのアイコンによって拘束される方向を示します。

節点ツールバーから、ピン拘束アイコンをクリックすることによって設定することもできます。

セクションの属性

構造上の変形を計算するために、使用される材料の特性や各セクションの寸法を指定することが必要です。Multiframeでは一般的に使用される構造のセクション群のライブラリー（セクションライブラリー）があり、そのライブラリーからセクションのタイプを選ぶことができます。またMultiframeでは、ユーザが使用しようとする独自のセクションをライブラリーに付け加えることもできます。セクションを追加するには、カスタムセクションの追加（ページ103）をご参照下さい。

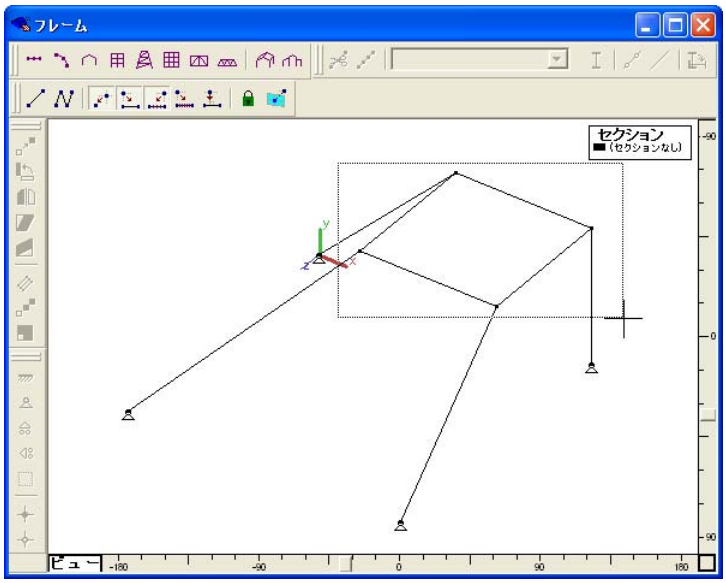
部材の選択

セクションタイプを定義する部材を選択します。一度に 2 本以上の部材を選択する場合、マウスをドラッグしてその部材をボックスで囲む方法があります。

- **ビューを 3D ビューに変更します。**

フレーム上部の梁を選ぶには、

- **梁の左上にマウスをポイントします。**
- **マウスボタンを押しながら、**
- **選択したい部材全体が囲まれるようにボックスをドラッグします。**
- **マウスボタンを放します。**

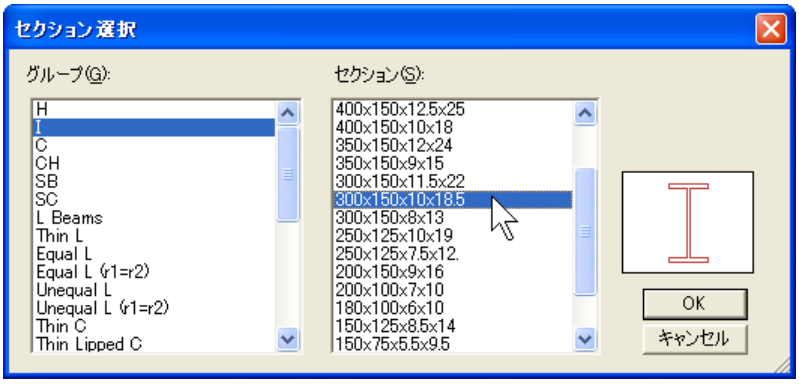


これで梁が選択されます。選択された部材は黒太く表示されます。選択された部材に対してセクションタイプを設定します。

- **フレームメニューから、セクションタイプを選択します。**

マウスを右クリックし、オプションのショートカットメニューからセクションタイプを選択することもできます。

グループとセクションを表示するダイアログボックスが現れます。



- **セクショングループのリストで「I」をクリックします。**

これにより右側のリストに、「I」のグループに入っているセクション名が表示されます。

- **300 x 150 x 10 x 18.5 セクションが現れるまでリストをスクロールし、**

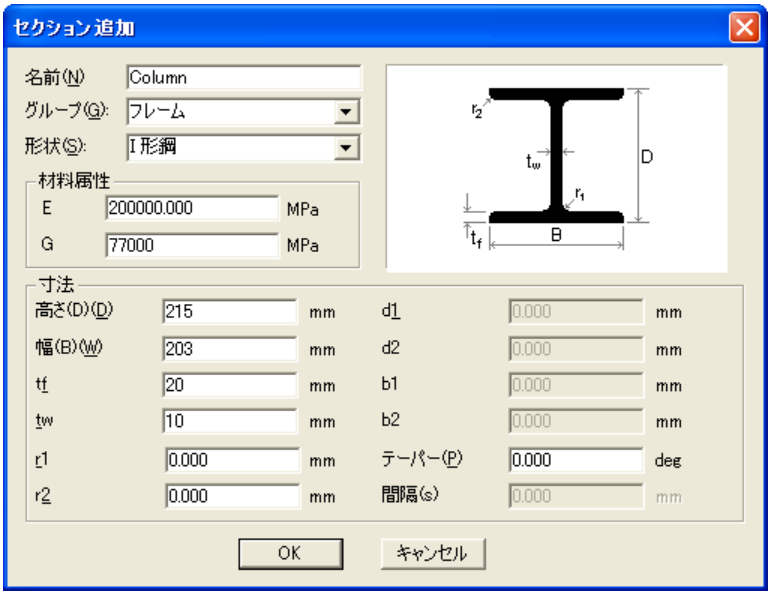
- **このセクション名をクリックします。**
- **確認し、OK ボタンをクリックします。**

セクションライブラリーに必要なセクションが見つからない場合は、編集メニューのセクション追加を用いれば、新たなセクションとして追加することができ、このようにしてユーザの自己定義によって追加されるセクションをカスタムセクションと呼びます。

セクションライブラリーにカスタムセクションを追加します。

- **編集メニューのセクションサブメニューから、標準セクション追加を選択します。**

ダイアログボックス中に、グループリストと属性表が現れます。



ダイアログボックスの上部にこのカスタムセクション名を入力できます。

- **「Column」をセクション名として入力します。**
- **グループ名のポップアップリストの中から、「フレーム」というグループを選択します。**

上図では、新セクション Column が、標準セクションライブラリーではなく、フレームと一緒に保存される「フレーム」グループ中に保存される様子を示しています。

- **形状フィールドの右側にある小さな三角形をクリックし、ドロップダウンリストからセクションの形状を選択します。**

ダイアログに表示される図表は、選択した形状の定義に使用する寸法表示が更新されます。セクションの材料属性や寸法を入力することができます。各数値は以下のようになっています。

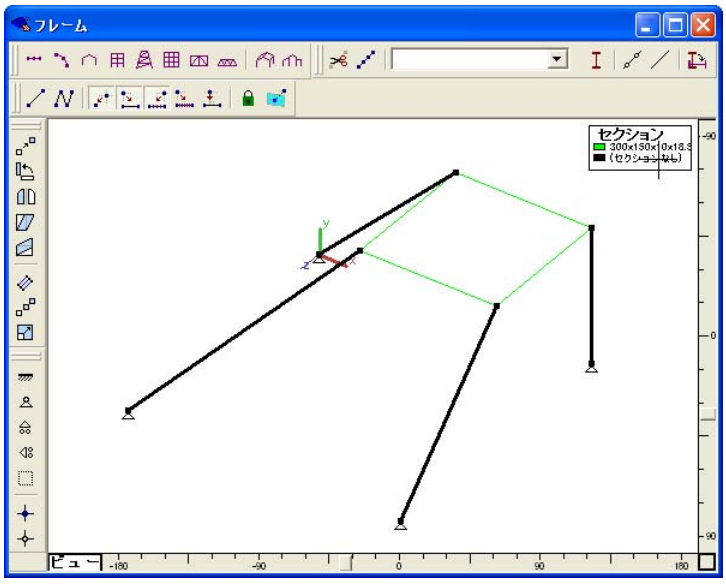
	英国法単位		メートル法単位		
E	29000	ksi	200000	MPa	ヤング率
G	11153	ksi	77000	MPa	せん断係数
D	8.5	in	215	mm	高さ
B	8	in	203	mm	幅
tf	0.8	in	20	mm	フランジ厚
tw	0.4	in	10	mm	ウェブ厚

- **属性の数値をクリックします。**
- **新しい数値を入力します。**

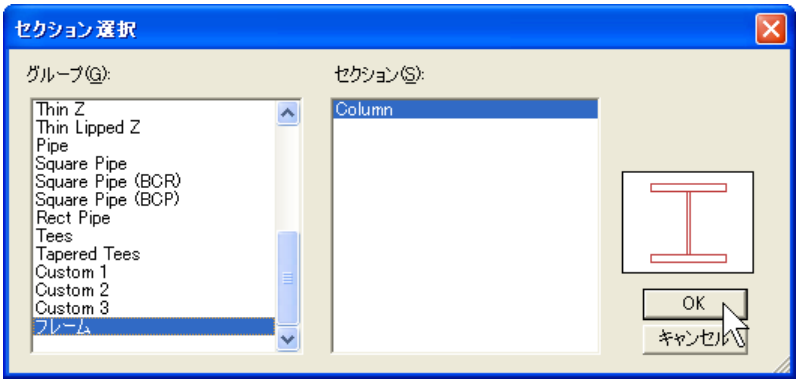
他の項目をデフォルト値のままに設定します。

- **セクションの属性値を入力し終えたら、OK ボタンをクリックします。**

右上に表示されている凡例の「（セクションなし）」上でダブルクリックし、セクションの割り当てられていない部材をすべて選択します（柱を順番にクリックすることによって選択することもできます）。セクション属性を設定します。



- **すべての柱を選択します。**
- **フレームメニューあるいはショートカットメニューから、セクションタイプを選択します。**

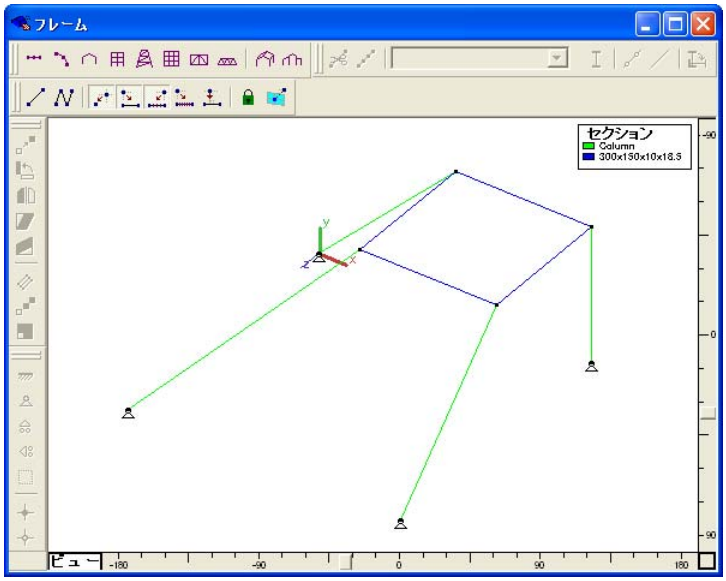


- **グループリストを下にスクロールし、フレームをクリックします。**

このライブラリーに保存された Column セクションがこのグループのセクションリストの中に表示されます。

- **Column というセクションをクリックします。**
- **OK ボタンをクリックします。**

これで、形状、拘束、そしてセクション特性を含む構造の設定が終わりました。次に荷重ウィンドウに移り、構造物の荷重を指定します。



荷重

構造物に働く荷重は、荷重ウィンドウで設定、変更することができます。荷重ウィンドウがすでに画面上に出ている場合には、そのウィンドウのどこかをクリックすることで一番手前に持ってきます。荷重ウィンドウが出ていない場合には、ウィンドウメニューから荷重を選択します。または、ツールバーのボタンをクリックすることでもウィンドウを変更できます。

フレームウィンドウと同様に荷重ウィンドウでも、左下にあるビューボタンをクリックすると 7 つのビューが表示されます。3D ビューに変更し、荷重を設定していきます。フレームウィンドウで描いた構造が荷重ウィンドウに正確に示されます。

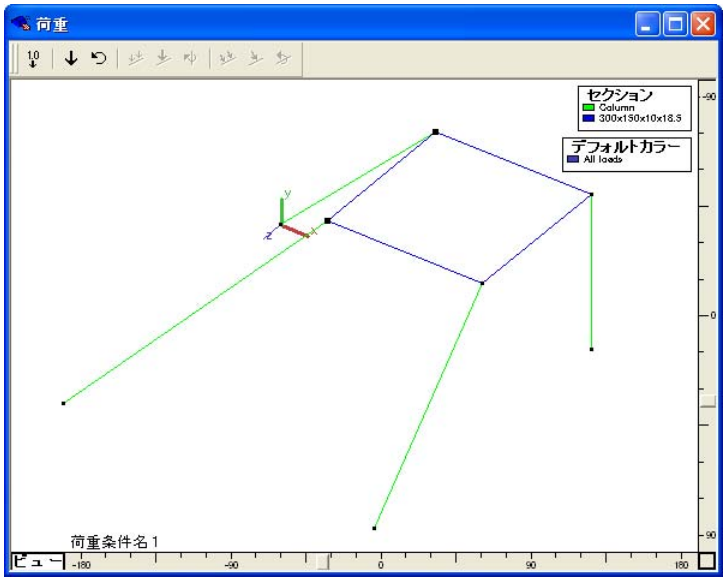
構造上のすべてあるいは一部に関して荷重を変更するには、まず荷重をかけたい部材および節点を選択します。これはフレームウィンドウで使った同様のやり方で、選択される節点または部材をクリックすることによって実行することができます。

節点への荷重

フレームの節点に荷重を与えるために、まずその節点を選択し、荷重を設定します。

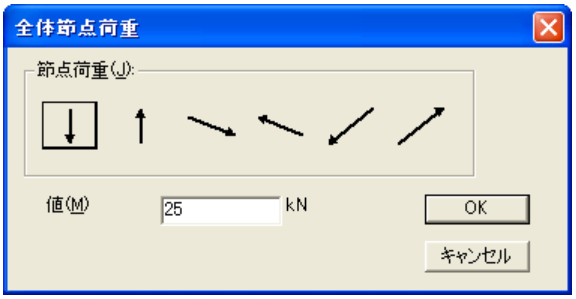
3D ビューに変更します。

- **節点を選択します。**



- **荷重メニューもしくはショートカットメニューから、全体節点荷重を選択します。**

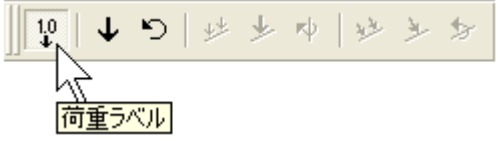
ダイアログボックスが現れ、そこにはいくつかの荷重のアイコンが出てきます。このアイコンは、現行の 3 次元で可能な 6 つの荷重方向を表します。

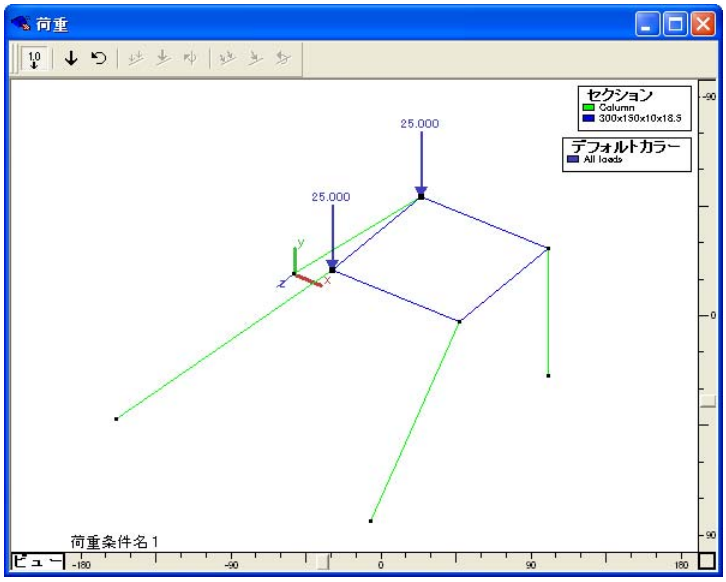


- **垂直の荷重アイコンをクリックし、**
- **荷重として「25」という値を入力し、**
- **OK ボタンをクリックします。**

Multiframe においては、各荷重の方向を指示するのに、ポジティブ（正）かネガティブ（負）の符号を入力する必要はありません。アイコンの選択、つまりこの場合における上方向、下方向の選択は適用される荷重の方向を定義づけます。

フレームの節点に設定した荷重は、荷重ウィンドウに表示されます。ツールバーから、荷重ラベルをクリックし、確認します。

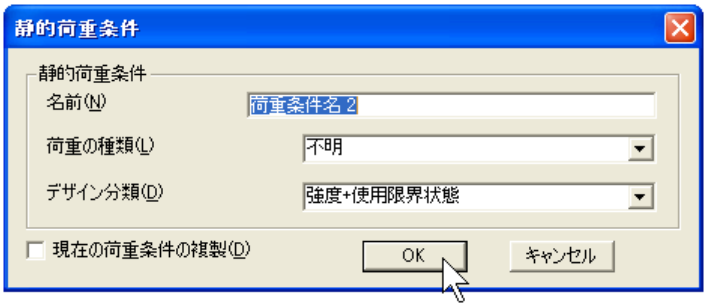




部材への荷重

このフレームに関する 2 番目の荷重条件は、水平の部材に関して一様に分布された荷重です。また、2 つの荷重条件を組み合わせた場合の効果をチェックするには、2 番目の荷重を別の荷重条件として適用することが有用です。

- **ケースメニューから荷重条件の追加を選択し、サブメニューから「静的...」を選択します。**



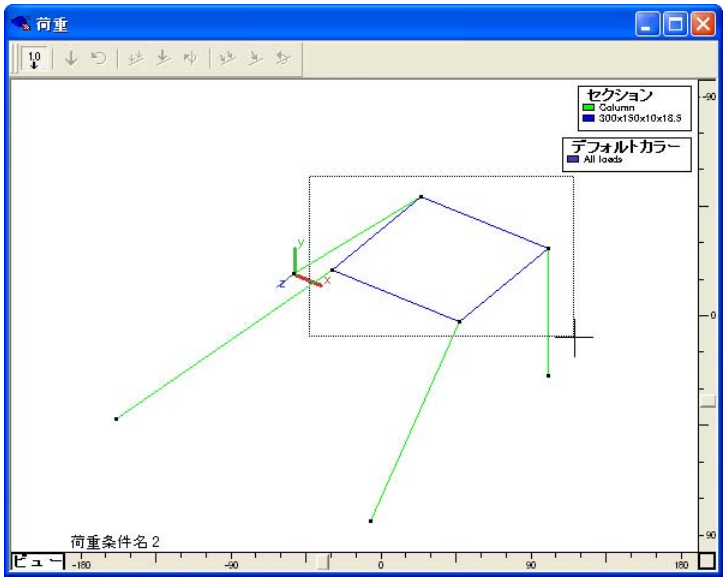
荷重条件名を入力するダイアログボックスが表示されます。2 番目の荷重条件の名前は、荷重条件名 2 とします。

- **OK ボタンをクリックします。**

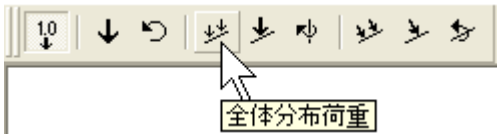
荷重条件名 2 が現行の荷重条件です。現行の荷重条件のみが表示され、荷重ウィンドウで編集することができます。現行の荷重条件の名前は、荷重ウィンドウの左下に表示されます。または、荷重条件ツールバーでも確認できます。

水平部材に対して分布荷重を追加していきます。

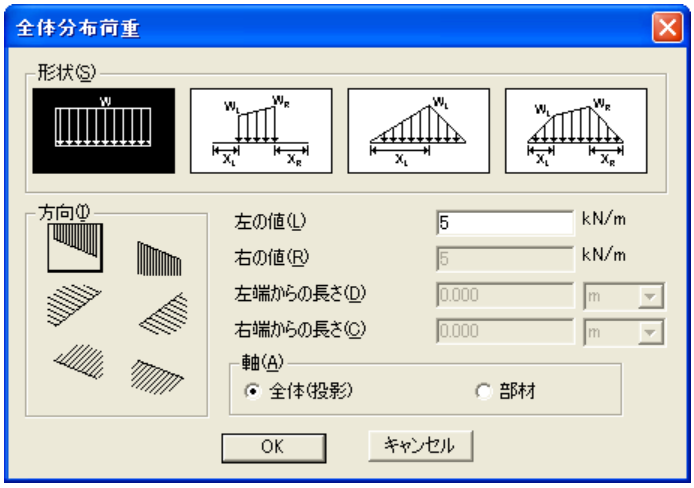
- **フレームで水平の部材を選択し、**



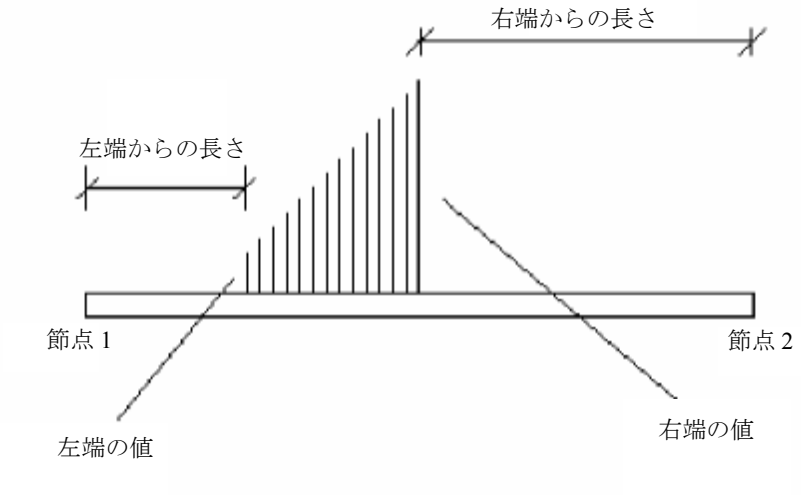
- 荷重メニューもしくはショートカットメニューから、「全体分布荷重」を選択します。



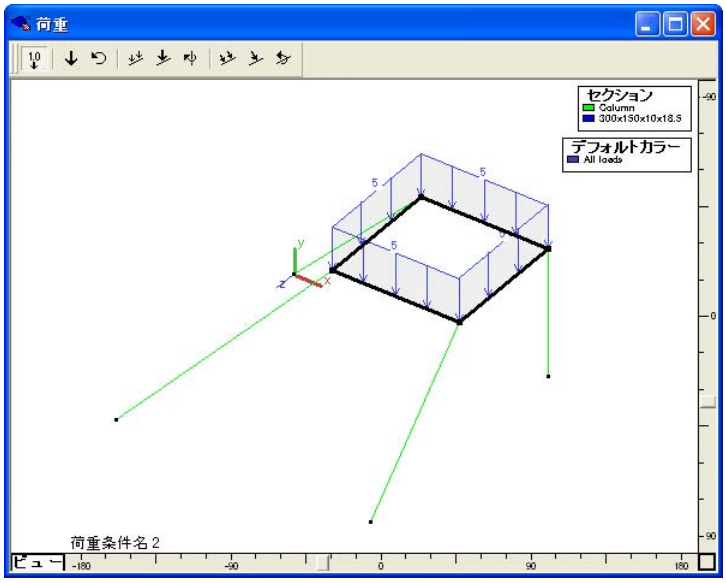
ダイアログボックスが現れ、いくつかのアイコンが示されます。



分布する荷重は部材の全体または一部に対し、一定の力の大きさまたは三角形状または台形状の力で作用するので、始点と終点の荷重の大きさと、部材の端部から計った距離を指定します。部材全体に一様に分布された 5kN/m の荷重の値は、左 5、右 5、左の距離 0、右の距離 0 です。



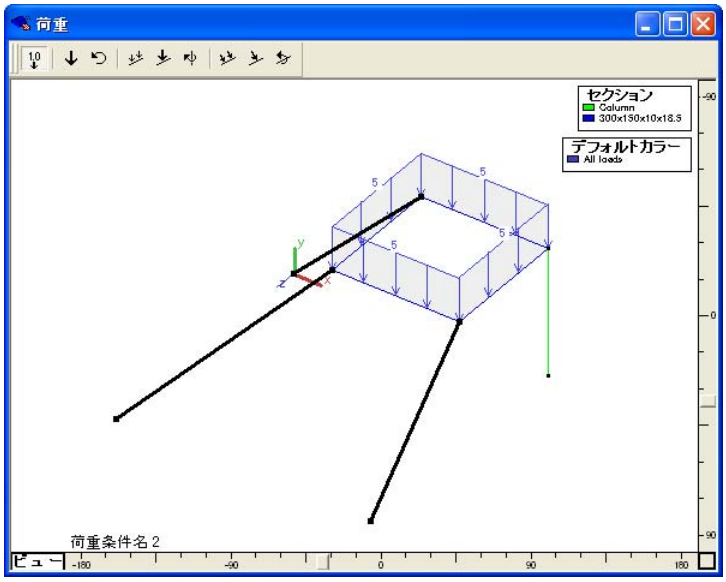
- **等分布荷重アイコンをクリックします。**
- **左の値に「5」を入力します。**
- **入力した値を確認し、OK ボタンをクリックします。**



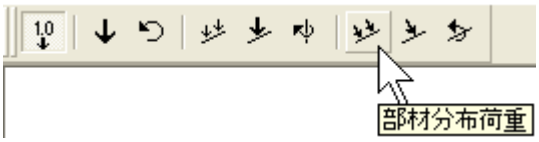
追加した荷重は、荷重ウィンドウでその部品上に描かれます。斜線のパターンは、荷重が作用している方向を示しており、荷重がかかる側に描かれています。

斜材に荷重を追加します。

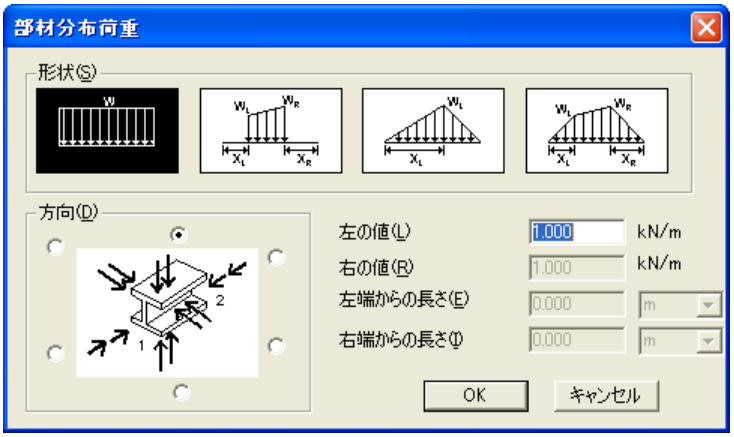
- **部材をクリックし、斜材を選択します。**



- **荷重メニューもしくはショートカットメニューから、部材分布荷重を選択します。**



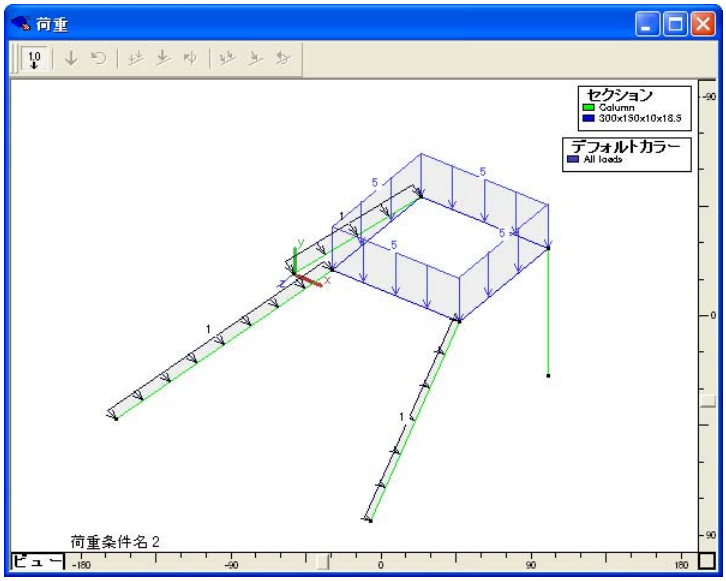
ダイアログボックスが現れ、荷重の方向を示すアイコン、および荷重の値を定義できるボックスが表示されます。



これらの荷重は、部材の傾斜によって指定された方向に働きます。この荷重は部材の法線方向（せん断方向）や正接方向（軸方向）も指定できます。

- **法線方向のアイコンをクリックします。**
- **荷重の大きさを「1」と入力します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

斜材に法線方向の荷重が表示されます。

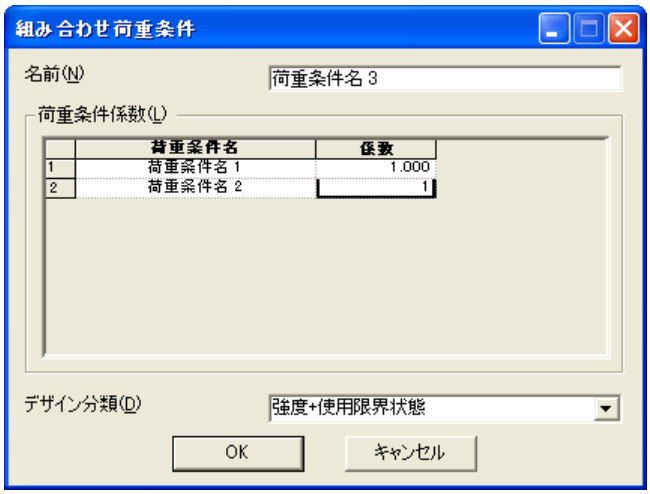


荷重条件の組み合わせ

Multiframe では複数の荷重条件を組み合わせることができます。このサンプル・フレームで、2 つの荷重条件を重ね合わせてみましょう。荷重条件名 1 と 2 の荷重条件の組み合わせとして第 3 の荷重条件を追加していきます。

- **ケースメニューから荷重条件の追加を選択し、サブメニューから「静的組み合わせ...」を選択します。**

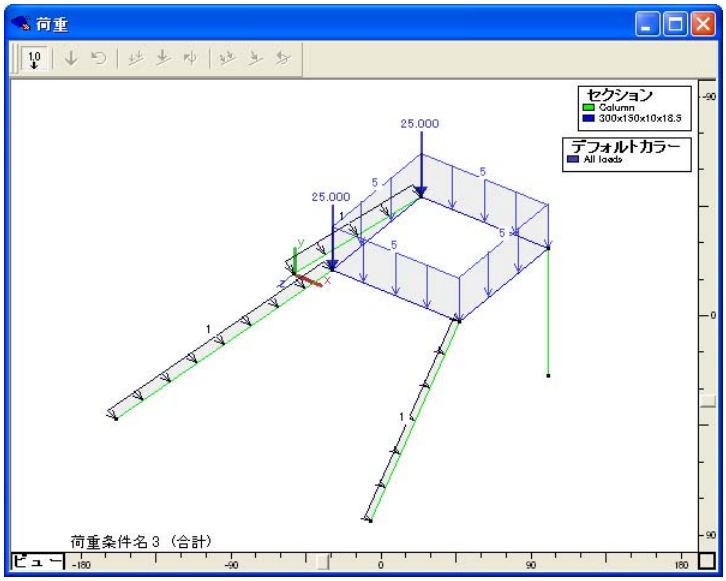
ダイアログボックスが現れ、新しい条件の名称と荷重係数の表が出てきます。



表における係数は、各荷重条件を、新しい荷重条件を加える前の何倍にするかを示しています。この例では、荷重条件名 1 と 2 の係数は両方とも 1 になります。他の係数を使用しない簡単な組み合わせだからです。

- **1 つ目の係数項目を選択し、**
- **「1」を入力します。下向きの矢印キーを使って 2 番目の係数へ移動します。**
- **「1」を入力します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

3 つ目の荷重条件が表示され、先に設定した 2 つの荷重が共に荷重ウィンドウに表示されます。

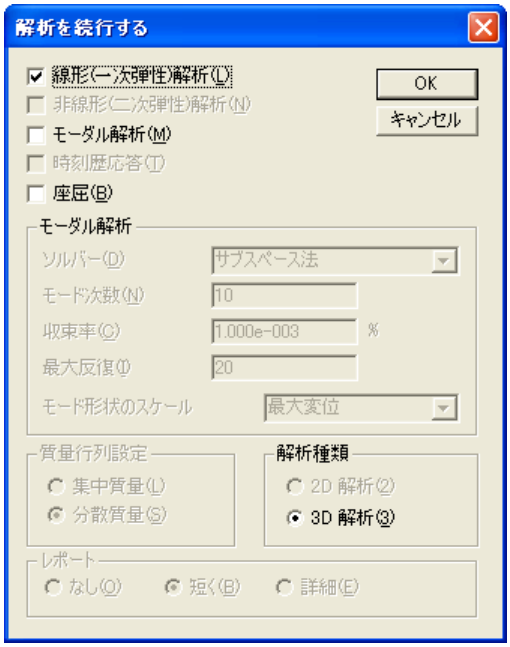


解析

さて、満足できる構造と荷重の設定ができたら、フレームの解析に移ります。

- **ケースメニューから「解析を実行」を選択します。**

解析オプションを指定できるダイアログボックスが現れます。Multiframe では、構造物が 2D もしくは 3D であることが自動的に認識され、解析の種類が設定されます。これは、解析の速度を上げ、必要メモリを最小にします。線形（一次弾性）解析のオプションのみがチェックされていることを確認し、OK をクリックし解析を実行します。



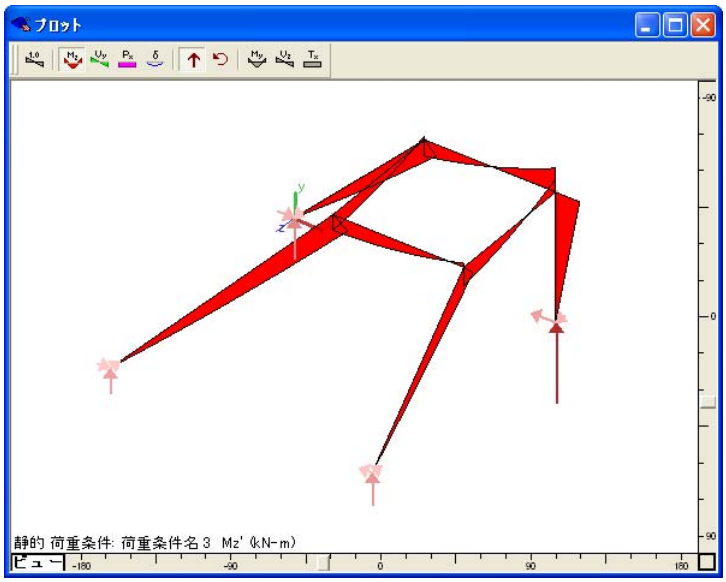
解析が開始します。解析中に表示されるダイアログボックス内のプログレスバーによって進行状況が伝えられます。

解析結果

構造内での応力や変形のグラフィック表示はプロットウィンドウで表示されます。プロットウィンドウのどこかをクリックして、一番手前に持って来るか、プロットウィンドウが出ていなければ、ウィンドウメニューからプロットを選択しそのウィンドウを一番手前に持ってきます。あるいはウィンドウツールバーのプロットウィンドウアイコンをクリックします。

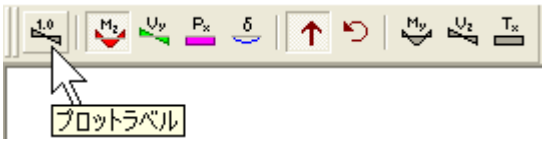
表示される最初の図表は、現行の荷重条件下での曲げモーメントの図表です。荷重ウィンドウと同様に、現行の荷重条件名はその画面の左下に表示されます。デフォルトでは、曲げモーメント図はその部材の引張側に描かれます。

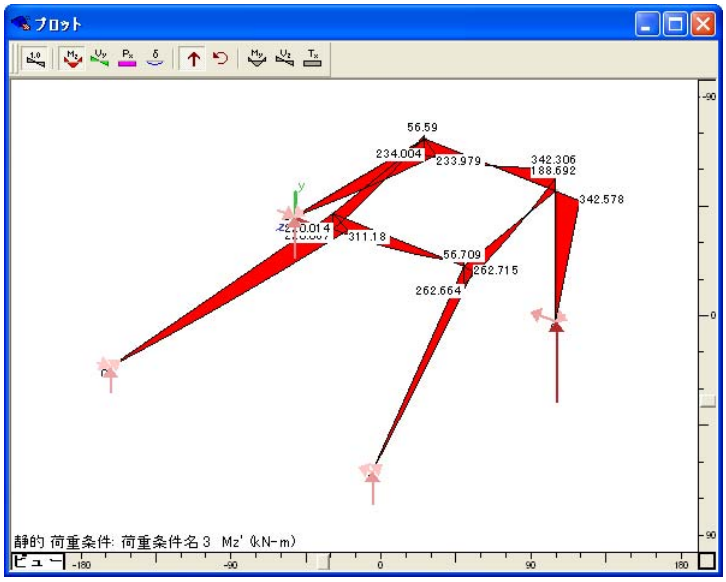
最初は、Front（正面表示）が表示されます。左下にあるビューボタンで 3 次元表示に変わります。



このプロットウィンドウ上に、曲げ応力の結果数値を表示します。

- **表示メニューから、シンボルを選択します。**
- **プロットラベルチェックボックスにチェックマークを入れます。**
- **OK ボタンをクリックします。**
- **または、プロットツールバーのプロットラベルアイコンからでも切替できます。**

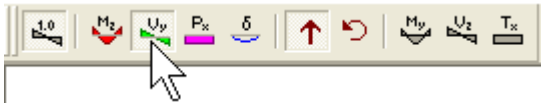




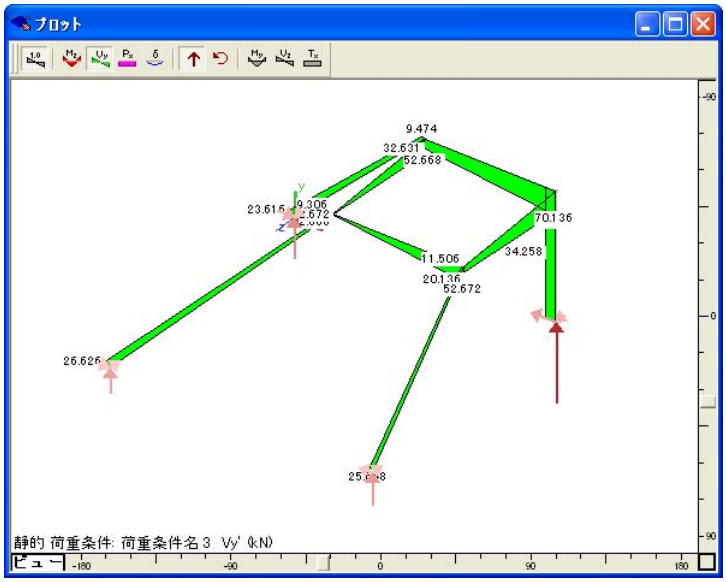
プロット図上の数値は、部材端部と最大、最小ポイントに表示されます。

フレームのせん断力を表示します。

- **表示メニューの図面サブメニューから、せん断 Vy' を選択します。**
- **あるいはプロットウィンドウの上にあるツールバーから、せん断力アイコンをクリックします。**



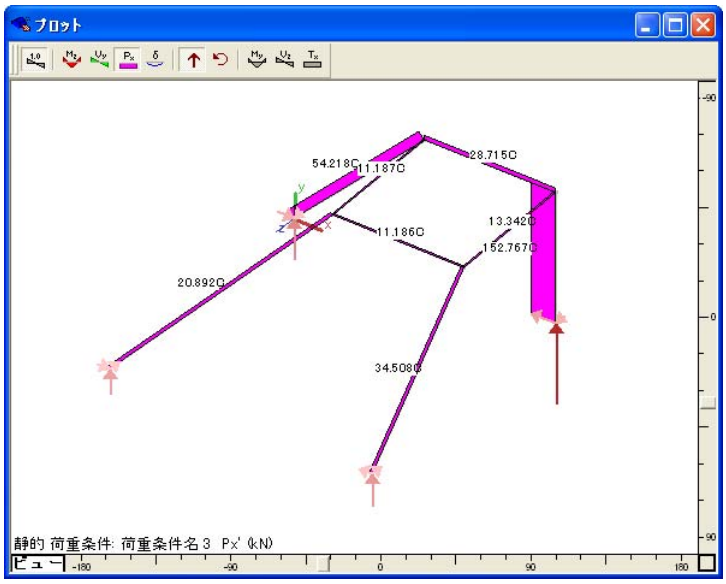
構造全体のせん断力図がプロットウィンドウに表示されます。



組み合わせ荷重条件での軸力結果を表示します。

- **表示メニューの応力サブメニューから、軸力 Px'を選択します。**
- **あるいはプロットウィンドウの上にあるツールバーから、Px'アイコンをクリックします。**

このフレームでの軸力が表示され、圧縮力が正の値（+）として表示されます。

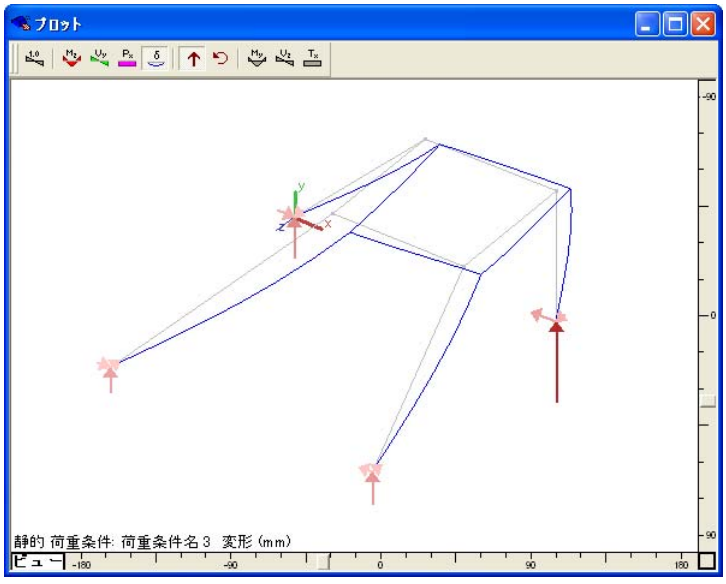


- **ツールバーのアイコンをクリックし、数値の表示をオフにします。**

フレームの変形図を表示します。

- **表示メニューから変形を選択するか、またはツールバーから変形アイコンをクリックします。**

グレー色で描かれた構造図に重ねて、誇張された変形図が青色で表示されます。



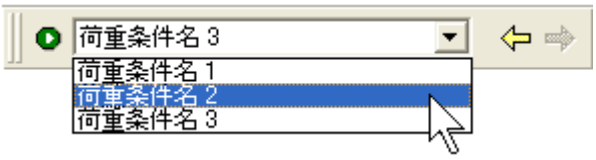
曲げモーメントの構造図に戻るには、

- **プロットツールバーの Mz' アイコンをクリックします。**

異なる荷重条件を見る

異なる荷重条件での結果図を見るには、ケースメニューから別の荷重条件を選択します。

- **ケースメニューから、荷重条件名 2 を選択します。**
- **あるいは、荷重条件ツールバーの荷重条件ポップアップメニューから荷重条件名 2 を選択します。**



この荷重条件での曲げモーメントはプロットウィンドウに表示されます。それぞれの荷重条件での曲げモーメントは同じ縮尺で描かれます。これより、荷重条件名 2 に導かれる各モーメントは、荷重条件名 1 と荷重条件名 2 が組み合わされた、荷重条件名 3 の各モーメントよりも若干小さくなります。

- **ケースメニューから、荷重条件名 1 を選択します。**

この荷重条件での各モーメントはさらに小さくなります。

- **ケースメニューから、荷重条件名 3 を選択します。**

組み合わせた荷重条件の結果の表示に戻ります。

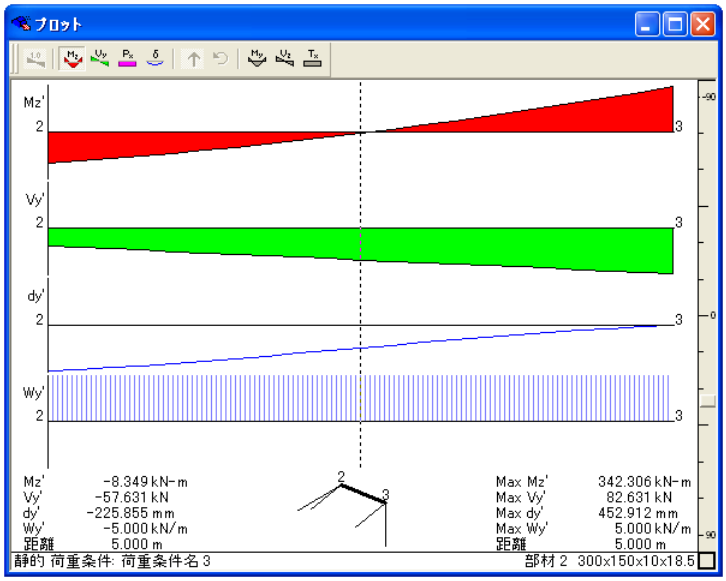
部材図を見る

これまで見てきた構造の全体図は、構造物の全体的構成を決定したり、出来上がった構造のチェックとして役に立つものです。しかし、力や変形の正確な値を見るためには、各部材における図表を見る必要があります。

部材をクリックすることによって部材図を見ることができます。

- **その部材をポイントし、ダブルクリックします。**

部材の原型はグレーで表示されています。ウィンドウ上に、この部材の結果図が表示されます。



この部材の最大値と最小値が図の下に表示されます。その下の 2 つの数値は、部材上のグレーのクロスヘアが通過（はじめは部材の中央に位置）する位置と、この位置における曲げモーメント、せん断力、変形の大きさです。画面右下の図は、現在選択された部材とその隣接の部材と節点を表示します。

クロスヘアを部材に沿って動かすと、各位置での値を見ることができます。

- **グレーのクロスヘアにポイントし、マウスボタンを押します。**
- **クロスヘアを部材に沿って前後にドラッグします。**

クロスヘアを動かしながらあらゆる位置での数値を読み取ることができます。

- **マウスボタンを放して、クロスヘアを新しい位置に固定します。**

クロスヘアを 2、3 度左右に動かしてみて、この方法に慣れてください。

構造全体の図に戻るには、

- **画面中央下の図形をクリックします。**

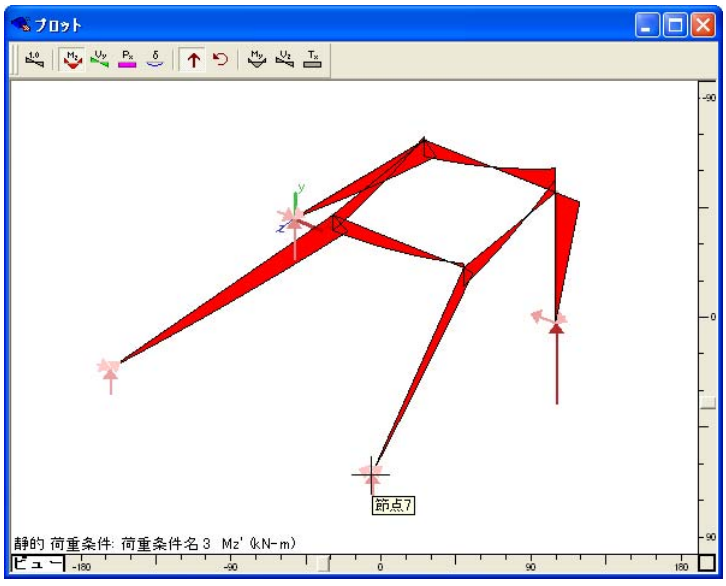
節点変位と反力を見る

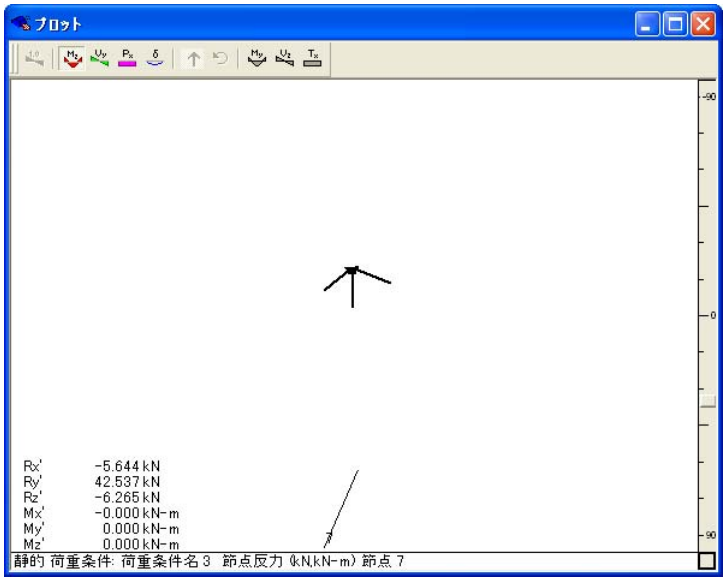
同じ方法を使って、構造物における節点の変位と反力を見ることができます。まず、表示メニューの応力サブメニューからモーメント Mz' を選択して、構造全体の曲げモーメントの図を表示します。

- **プロットツールバーから、モーメントアイコンを選択します。**

節点での反力を表示するには、

- **フレーム左下の柱の節点（節点番号 7）にポイントし、ダブルクリックします。**





この節点に対する反力は、反力の方向を示す矢印によってグラフィック表示されます。反力は全体軸に対して表示されます。各反力の大きさは、画面の左下に表示されます。

- **中央下の図をクリックします。**

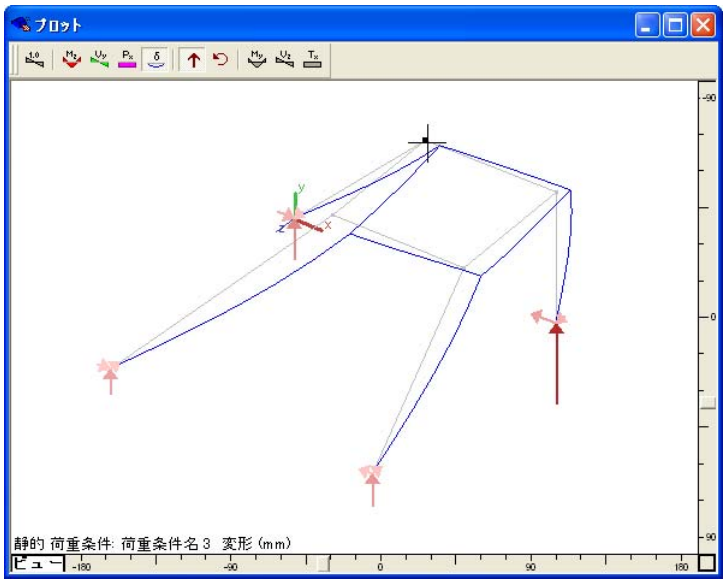
全体構造の図面に戻ります。

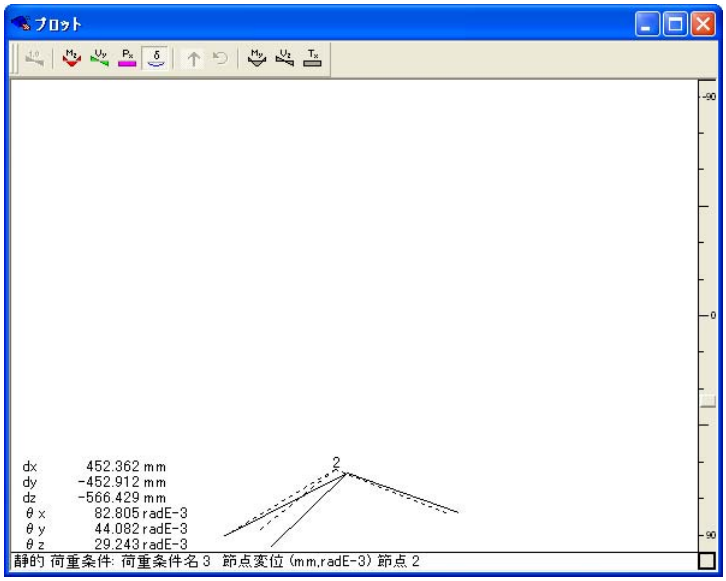
同様に、節点の変位を見ます。

- **表示メニューから、変形を選択します。**

中間の節点の変位を確認します。

- **中間の節点をポイントし、ダブルクリックします。**





この節点の変形は、画面の左側に示される数字によって表示されます。

- 中央下の線図をクリックして全体構造の図に戻ることができます。

結果表

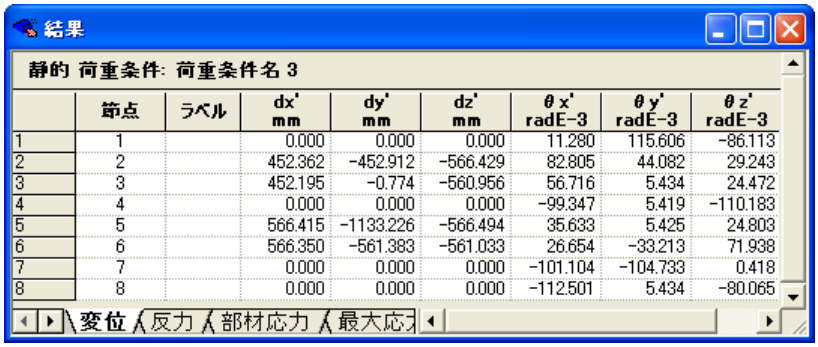
数値形式の解析結果は結果ウィンドウの表で表示されます。

結果ウィンドウを出すには、

- ウィンドウメニューから、「結果」を選択します。
- または、ウィンドウツールバーから、結果ウィンドウアイコンを選択します。

（画面表示を一時的に消すには、画面の左上にあるクローズボックスをクリックします。画面上において一度にウィンドウを表示したい場合にはこの方法が便利です。）

結果ウィンドウが出てきた時、構造物における節点の変位、解析において計算された節点の反力を示す表を見ることができます。もし、一度に画面で表示しきれないほど節点の数が多い場合には、縦スクロールバー、横スクロールバーを使って、表の他の行、列を見る事ができます。また、列見出しを右クリックすると、表中の行や列の表示をコントロールするポップアップメニューが表示されます。

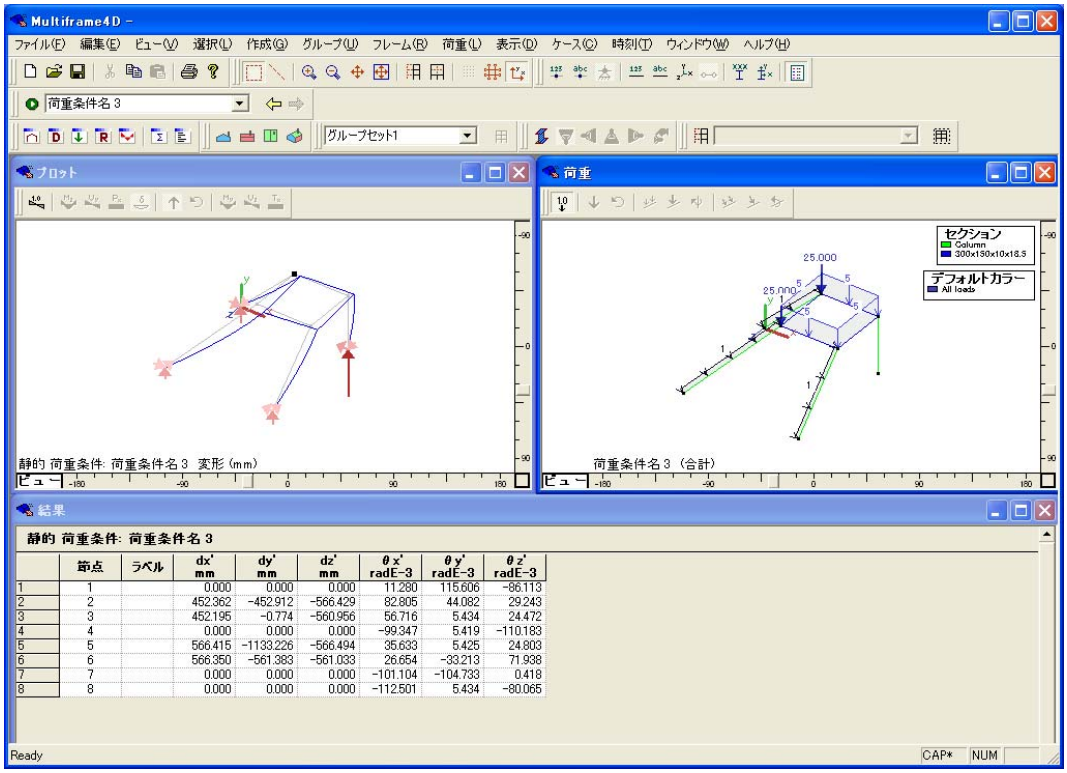


	節点	ラベル	dx' mm	dy' mm	dz' mm	θx' radE-3	θy' radE-3	θz' radE-3
1	1		0.000	0.000	0.000	11.280	115.606	-86.113
2	2		452.362	-452.912	-566.429	82.805	44.082	29.243
3	3		452.195	-0.774	-560.956	56.716	5.434	24.472
4	4		0.000	0.000	0.000	-99.347	5.419	-110.183
5	5		566.415	-1133.226	-566.494	35.633	5.425	24.803
6	6		566.350	-561.383	-561.033	26.654	-33.213	71.938
7	7		0.000	0.000	0.000	-101.104	-104.733	0.418
8	8		0.000	0.000	0.000	-112.501	5.434	-80.065

解析の結果を検定するためには、ウィンドウメニューのレイアウトオプションが便利です。

- **ウィンドウメニューから、結果レイアウトを選択します。**

解析結果を見るためのプロット､荷重と結果ウィンドウが同時に画面表示されます。

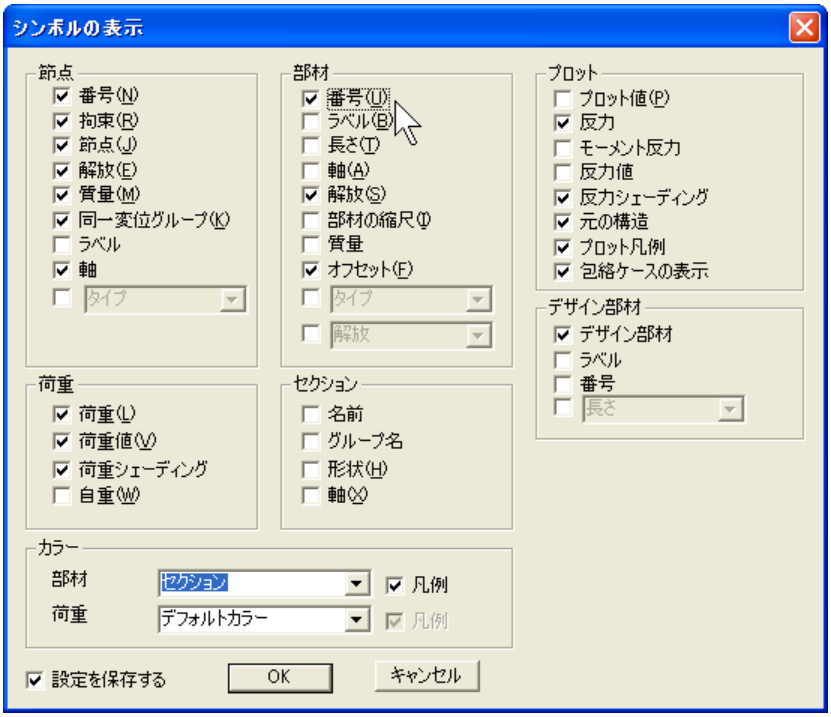


	節点	ラベル	dx' mm	dy' mm	dz' mm	θx' radE-3	θy' radE-3	θz' radE-3
1	1		0.000	0.000	0.000	11.280	115.606	-86.113
2	2		452.362	-452.912	-566.429	82.805	44.082	29.243
3	3		452.195	-0.774	-560.956	56.716	5.434	24.472
4	4		0.000	0.000	0.000	-99.347	5.419	-110.183
5	5		566.415	-1133.226	-566.494	35.633	5.425	24.803
6	6		566.350	-561.383	-561.033	26.654	-33.213	71.938
7	7		0.000	0.000	0.000	-101.104	-104.733	0.418
8	8		0.000	0.000	0.000	-112.501	5.434	-80.065

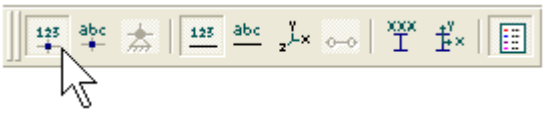
結果の表における各節点には、番号が付けられています。構造のグラフィック上でこれらの番号を表示することができます。

- **プロットウィンドウが手前にあることを確認して、**
- **表示メニューから、シンボルを選択します。**

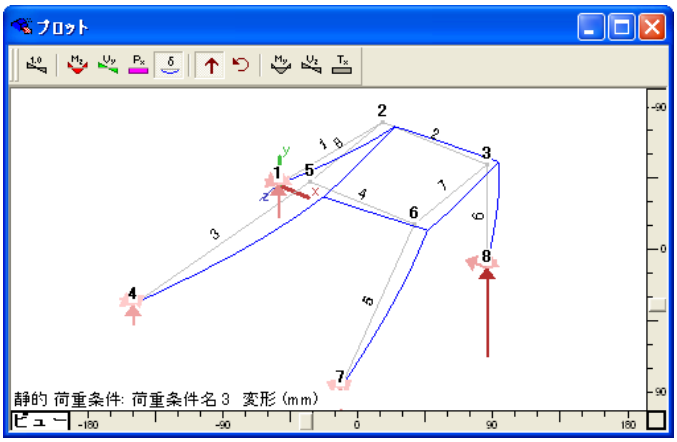
ダイアログボックスが現れ、そこにはいくつかのチェックボックスが出てきます。



- **節点番号と部材番号のボックスをクリックし、**
- **OK ボタンをクリックします。**
- **または、シンボルツールバーからでも切替が可能です。**

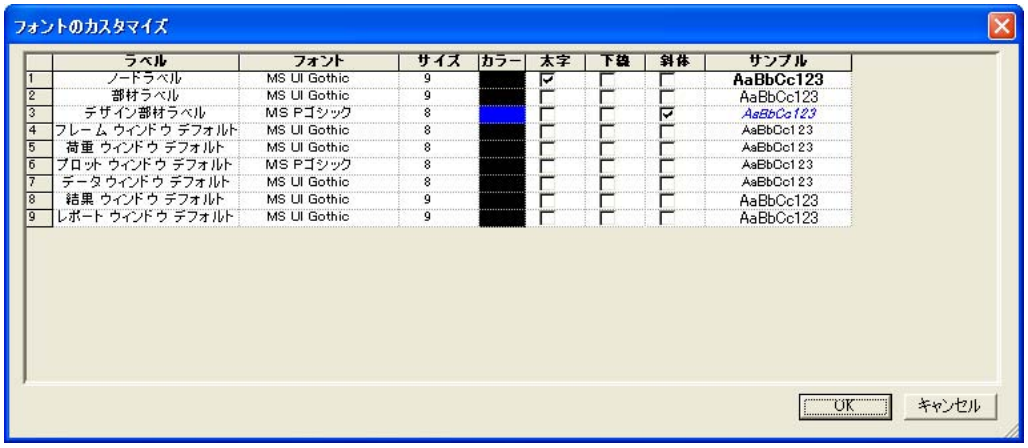


節点と部材の各番号がプロットと荷重ウィンドウにおいて表示されます。これらの図を参照しながら、結果を数値で見ることができます。



番号表示のフォントサイズが小さい場合には、

- **ビューメニューのフォントをクリックし、**
- **表示されるフォントのカスタマイズダイアログの、「ノードラベル」、「部材ラベル」のフォントサイズを変更します。**
- **OK ボタンをクリックします。**



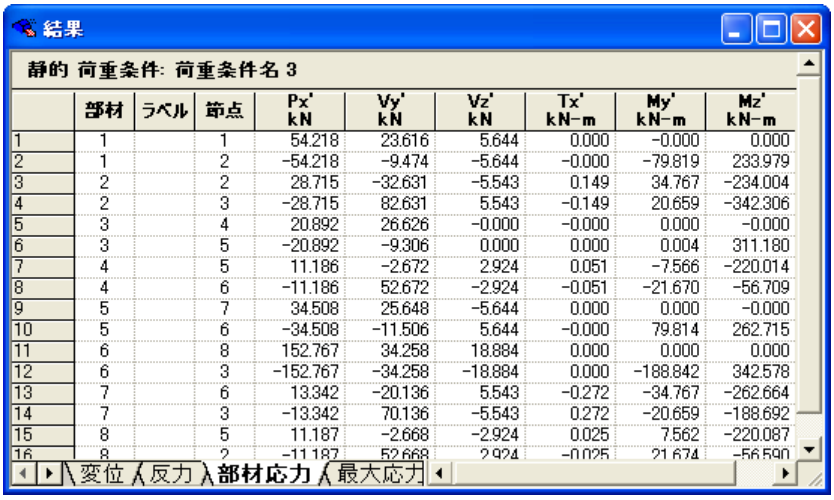
フレームにおける部材応力も結果ウィンドウで表示することができます。

- **結果ウィンドウをクリックし、一番前に持ってきます。**

一番前のウィンドウというのは、タイトルバーがカラーで表示されているウィンドウです。

- **表示メニューの結果サブメニューから、部材応力を選択します(もしくは、ウィンドウ下の部材応力タブをクリックします)。**

計算された部材端部の応力が表示されます。

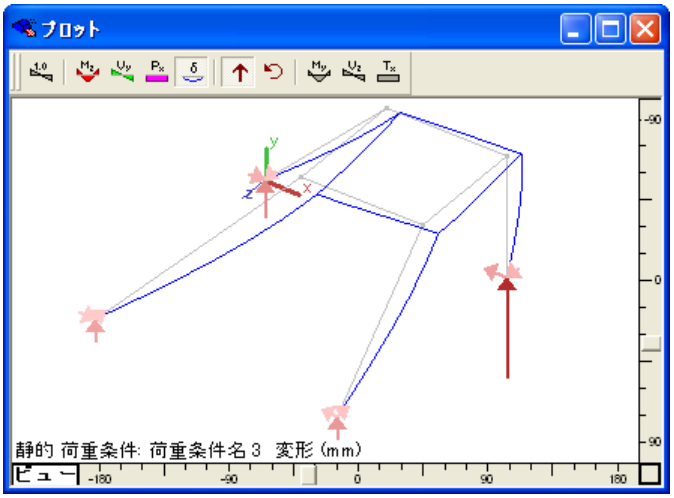


表の各列はその構造における端部にかかる力を示しています。プロットウィンドウにおいてグラフィックで表示された部材番号を参照しながら、どの部材がどれであるかを見ることができます。

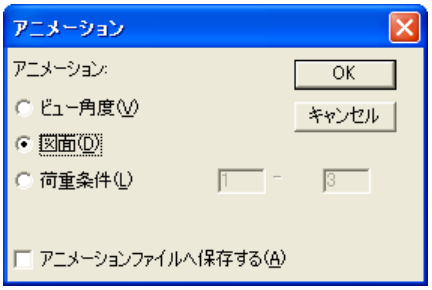
アニメーション

プロットウィンドウで結果のアニメーションもできます。3D ビューウィンドウが表示されていることを確認して、表示メニューで変形を選択します。

- **ケースメニューから、荷重条件名 3 を選択し、**



- **表示メニューから、アニメーションを選択します。**



アニメーションダイアログで図面が選択されていることを確認して OK ボタンをクリックします。Multiframe は構造の変形図のアニメーションを実行します。

構造と結果の保存

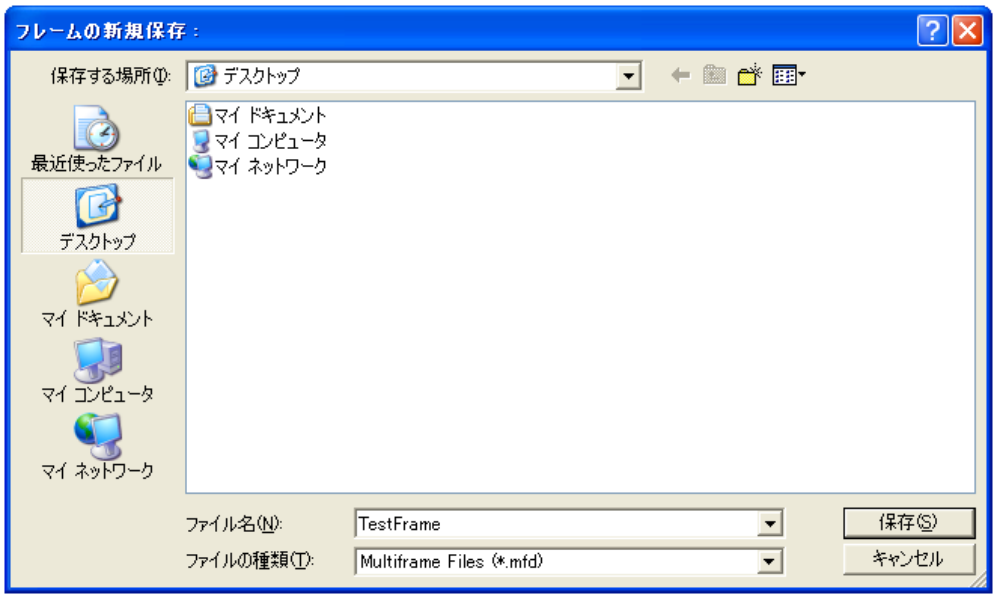
Multiframe のデモ版では、保存をすることができません。デモ版をお使いの方はこの部分を省略して要約へ読み進めてください。

作成した構造と解析結果を保存します。

- **ファイルメニューから、名前を付けて保存...を選択します。**

ディスクへ保存

ダイアログが表示されます。そこに完成した構造物の名称を入力し、どのディスクあるいはフォルダに保存するかを指定します。



- フレームの名称に「**TestFrame**」と入力し、
- **OK/保存ボタンをクリックします。**

プロパティ

最初にファイルを保存するとき、ダイアログが現れ、プロジェクトと設計者の情報がフレームと一緒に保存できます。

- **プロジェクト情報を入力し、**
- **設計概要タブを選択します。**

- **設計概要の情報を入力し、**
- **OK ボタンをクリックします。**

このダイアログには、2 つの追加ページもあり、ファイル属性とフレームに関する情報を表示しています。ファイルメニューからプロパティコマンドを使うことで、いつでもこれらの情報を変更することができます。

ファイルがディスクに保存されます。このファイルは、後に読み出したり、データや結果を見たり、あるいは構造に変更を加え、それをもう一度解析したりすることができます。

プリント

Multiframe のデモ版を利用の際、印刷ができません。デモ版をお使いの方はこの部分を省略して要約へ読み進めてください。

さて、ウィンドウの印刷、あるいは構造物とその解析結果データのハードコピーをとしてプリント印刷します。どのデータをプリントするのか、また、プリントの質、紙サイズなどを定義する必要があります。

プリンターの設定

まずプリンターが正しいケーブルでコンピュータと接続していること、スイッチが ON になっていること、そして用紙が十分入っていることを確認します。問題があればオーナーズ・ガイド、もしくはプリンターマニュアル、プリンターの取扱説明書を参照してください。

- **ファイルメニューから、ページ設定... を選択します。**

ダイアログボックスが現れ、用紙のサイズと方向を選択し、プリントの余白部分（マージン）などを設定します。そして印刷する各ページの最初（ヘッダー）と最後（フッター）を指定します。

- **プリンターに設置された用紙のサイズを選択します。**

いくつかのオプションによってプリントのサイズを大きくしたり小さくしたり、アウトプットを調整することができます。ただし通常はこのオプションを指定する必要はありません。

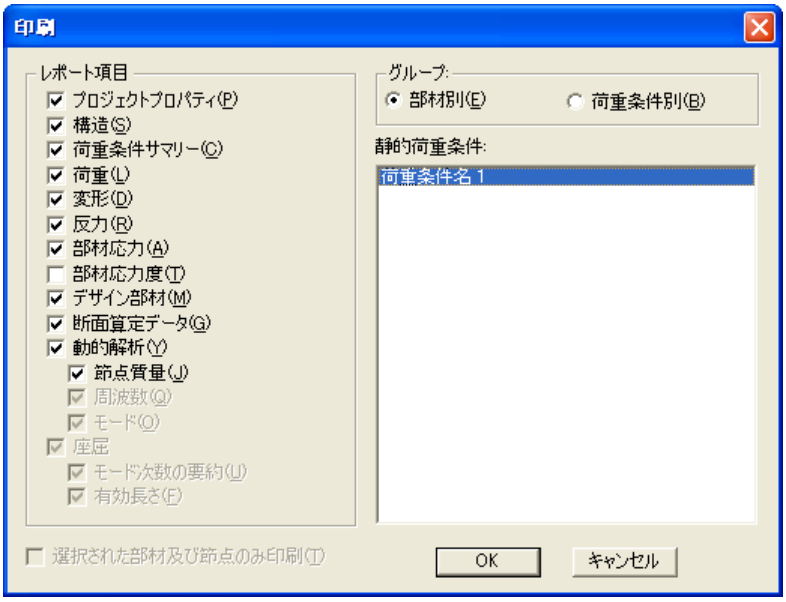
- **ページの各設定を確かめて OK ボタンをクリックします。**

データを印刷する

出来上がった構造や解析結果データをプリントするには、

- **ファイルメニューから、サマリーの印刷を選択します。**

以下のようなダイアログボックスが現れます。



チェックボックスのどこにもクリックせず、OK だけをクリックすれば、すべての荷重条件に関するデータと結果がプリントされます。

- **OK ボタンをクリックします。**

印刷プレビューウィンドウが表示されます。

このダイアログのタイトルボタンを利用して、ファイル名、印刷日付等、ヘッダーおよびフッター情報を定義することができます。

- **印刷ボタンをクリックして、継続します。**

もう一度ダイアログボックスが表示され、お使いのプリンターの設定確認ができます。

- **OK をクリックし、印刷を開始します。**

プリント中にキャンセルしたい場合は、Esc キーを押します。

要約

これで Multiframe の使用に関する大まかな説明を終わります。Multiframe の様々なコマンドを使って構造を作成し、解析することができるようになりました。ただ、この段階では Multiframe の最も基本的な使用方法を学んだにすぎません。Multiframe は多くの特徴をもっており、素早く効果的かつ誤差の少ない構造を作り上げ解析することができます。Multiframe により、与えられた仕事をいくつもの方法で仕上げることができます。構造別、解析法別のやり方などがありますので、第 2 章で説明されている方法を検討して一番適切な方法を選んでください。

第 2 章　Multiframe を使う

第 1 章では、自習を通して、Multiframe による構造設計と解析作業の概略を学びました。この章では、第 1 章で既に紹介したものを含め、実務上で必要となるその他の各作業を、ステップバイステップ方式で解説します。

第 2 章では、はじめに Multiframe を使用する際に役立つコンピュータの基本的な操作方法を説明します。それから第 1 章に引き続き、Multiframe の 3 つの作業ステップ（構造物の描画、荷重条件の設定、解析の実行）について説明します。また、独自の計算式を用いた設計計算、図面やデータ表の印刷、データの保存や、他のソフトとのデータ交換方法などのトピックについても説明します。

- 操作
- ビューを使う
- 構造物を作る
- 荷重を定義する
- 解析をする
- 解析結果を見る
- 計算をする
- プリント
- データ交換

操作

Multiframe を使って早く、直観的に構造をモデル化するためにいくつかの操作方法があります。この項では Multiframe で利用できるいろいろなマウス操作、キーボード操作について学びます。

- Multiframeのマウス操作
- Multiframeのキーボード操作

Multiframe のマウス操作

Multiframe で使用されるマウス操作には以下のものがあります。

- クリック　何かを選択または有効にしたい場合
- 押し続ける　実行中のマウス操作を継続させたい場合
- ドラッグ　選択範囲の指定、メニュー中のコマンドの選択、節点、部材の移動
- Shift＋クリック　選択、選択の拡張・縮小
- Ctrl＋クリック　選択、選択の拡張・縮小
- ダブルクリック　オブジェクトに関する情報の表示

クリックする

クリック操作は以下のように行います。

マウスポインターを選択または有効にしたいものの上に移動します。

マウスボタンを 1 回だけ押します（押したら直ちにボタンを放します）。

押し続ける

押し続ける操作は以下のように行います。

マウスポインターを対象物の上に移動します。

マウスボタンを押し、そのままマウスを動かさずに必要なだけこれを押し続けます。

マウスボタンを押し続けることによる効果はこれを放すまで続き、例えばスクロール矢印を押し続ければ連続スクロールが行えます。また、メニューのタイトルバーを押し続けるとプルダウンメニューが表示され、マウスボタンを放すまで表示され続けます。

ドラッグする

ドラッグ操作は以下のように行います。

マウスポインターを任意の位置に移動します。

マウスボタンを押し、これを押したままマウスを別の位置まで移動します。

移動がすんだらマウスボタンを放します。

Shift+クリックする

Shift +クリックは部材や節点の選択範囲を拡張・縮小するために使います。

Shift +クリック操作は以下のように行います。

Shift キーを押しながら、追加選択または選択をキャンセルするものをクリックします。

Ctrl +クリックする

Ctrl +クリックは、部材や節点の選択範囲を拡張・縮小するのに使います。

Ctrl +クリック操作は以下のように行います。

Ctrl キーを押しながら、追加選択または選択をキャンセルしたいものをクリックします。

ダブルクリックする

ダブルクリックはフレームウィンドウで、節点や部材に関する情報を表示させるのに使います。ダブルクリック操作は以下のように行います。

情報を表示させたいものの上にマウスポインターを移動して、その位置でマウスをすばやく 2 回連続してクリックします。

Multiframe のキーボード操作

Tab キー

表中で横方向に移動したい場合、またはダイアログボックス内で別のフィールドに移動したい場合に使います。

Enter キー

表中で次の入力項目に移りたい場合、または計算シートで次の行に移りたい場合に使います。ダイアログボックスでは OK ボタンをクリックしたのと同じ効果が得られます。

矢印キー

↑←→↓ キーは、データウィンドウや結果ウィンドウ、ダイアログボックス中の表内で、任意の方向に移動したい時に使用されます。

Delete キー ／Backspace キー

Delete キーあるいは Backspace キーは選択したものを削除するのに使用します。文字や数字を入力しているときは、現在のカーソル位置の左隣の文字または数字を削除します。

Ctrl キー

Ctrl キーは、これを押しながら所定のキーを押すことで、マウスを使うことなくコマンドを実行することができ、マウスでコマンドを探す動作を省略できるため、操作を素早く行うことができます。この方法が使用できるコマンドには、コマンド名の脇に一緒に押すキーが表示されています。例えば、編集メニューの取り消しコマンドは、Ctrl キーと共に「Z」キーを押して実行します。

Shift または Ctrl キー

Shift または Ctrl キーは、選択を追加、またはキャンセルしたい場合に使用され、このキーを押しながら対象物をクリックします。

Multiframe では、このキーを押しながら部材や節点をドラッグ移動すると、移動方向が水平、垂直、または 45 度の角度に拘束されます。

Home キー

データウィンドウや結果ウィンドウで、表の最上部を表示させるのに使用します。

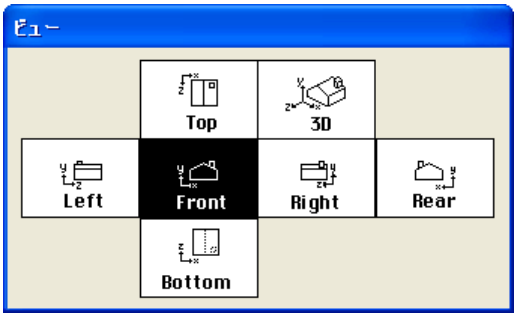
ビューを使う

Multiframe は、フレームをよく理解するために様々なグラフィックツールが提供されています。ここでは、モデルの表示するための異なる表示方法を説明します。

- ビュー方向
- 3D ビューを回転させる
- 拡大／パン／縮小／ウィンドウサイズ
- クリッピングとマスキング
- レンダリング
- 節点および部材の選択
- シンボル
- 凡例

ビュー方向

フレーム、荷重、プロットウィンドウの左下隅にあるのがビューボタンです。ビューボタンを使えば、2 次元または 3 次元の異なるビューで構造を表示させることができます。

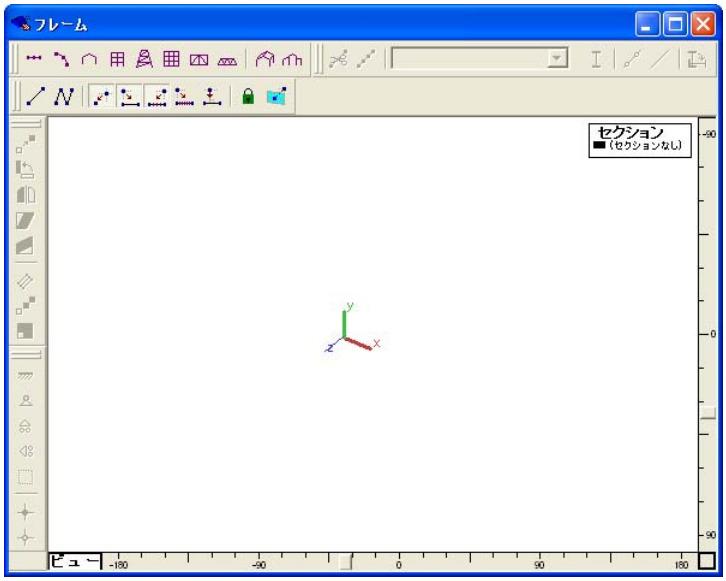


ビューボタンをクリックして、表示させたい角度のアイコンをクリックすると、構造の表示ビューが変更されます。またビューを変えるには、ビュー3D ツールバーも使います。

ビューは、ビューメニューの現在のビューサブメニューからも変更できます。

3D ビューを回転させる

フレーム、荷重、プロットウィンドウで 3 次元の図面が表示されている場合、ウィンドウ右下の回転コントロールによって見る角度を変えることができます。軸表示が現在の見る角度を示しています。



下側のコントロールが Y 軸に対する回転を、右側のコントロールが X 軸に対する回転をコントロールします。コントロールをクリックしてマウスの位置を回転角度まで移動させます。コントロールをクリックしてマウスボタンを押したままにすると、好きな回転角度が得られるまで構造が回転します。大きい構造物を回転する時は、回転速度が速すぎると構造物は部分的にしか表示されません。

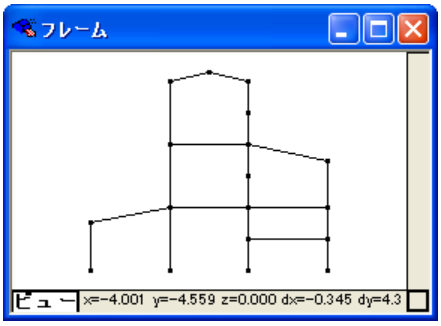
拡大／パン／縮小／ウィンドウサイズ

ビューメニューの拡大、パン（移動）、縮小、ウィンドウサイズ（適切サイズ）コマンドを使って、フレーム、荷重、プロットウィンドウの図面縮尺（表示スケール）を変更することができます。Multiframe で使用される各ビューは、それぞれ独自に図面縮尺（表示スケール）と中心位置を管理しているため、ビューボタンを使ってビューを変えたあとでも、前回使ったビューに戻ると、前回のままのスケールおよび中心位置で図面が再度表示されます。この特性を利用すると、詳細図の表示用にはいつも 3D ビューを使用するなど、ビューごとにその使用目的を定めることができ、作業効率の向上をはかることができます。これらのコマンドはビューツールバーからでも選択ができます。

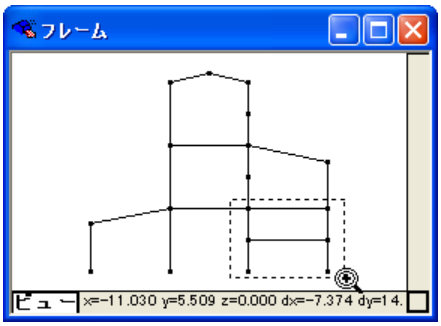
拡大

拡大によって一番手前のウィンドウ図面のサイズを変更できます。

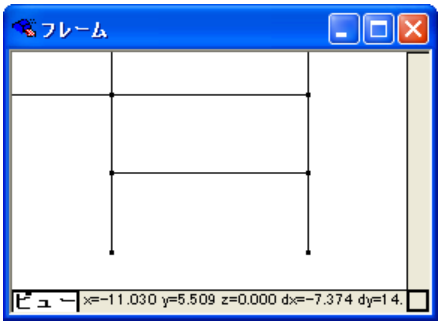
- **ビューメニューから拡大を選択します。**
- **拡大したい部分の左上にポインターを持ってきます。**



- **マウスボタンを押したままドラッグして拡大する範囲をボックスで囲み、 マウスを放して設定します。**



ウィンドウが再表示されて指定した範囲の構造物を拡大します。



お使いのマウスにホイールが付いていれば、ホイールで動的にビューの拡大を行うことができます。

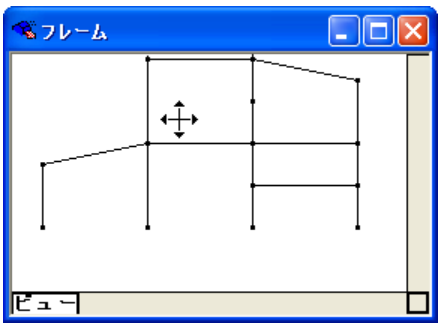
パン（移動）

パン機能によってウィンドウにある構造を上下、または左右に移動することができます。

- **ビューメニューからパンを選択します。**

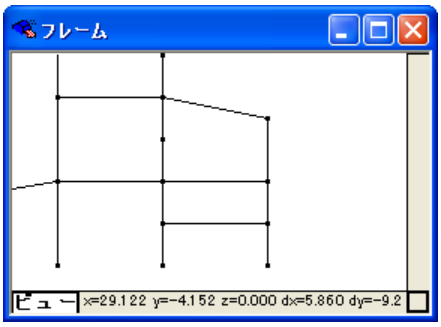
カーソルの形状が十字矢印に変わります。

- **ウィンドウの中でマウスを押したままにします。**



- **図面を新しい位置に持っていきます。**

- **マウスボタンを放すとウィンドウが再度表示されます。**



また、パンをしたい場合は、キーボードの Ctrl＋E を押すことでもできます。

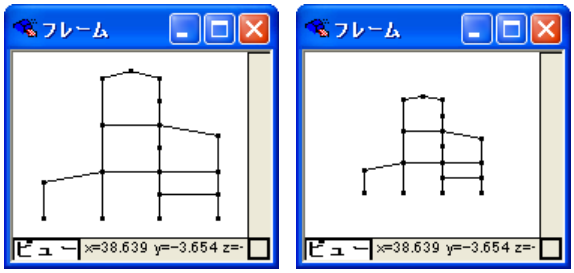
通常、パン機能による画面の移動では構造全体が描画されたまま画面中を動きますが、システムメモリが不足している場合には、構造の代わりに構造と同じサイズの四角い枠が図面中を動きます。

縮小

縮小コマンドによって画面に出ている図面を 50%に縮小することができます。

- **ビューメニューから縮小を選択します。**

表示されている図が 50%に縮小され、再度表示されます。



お使いのマウスにホイールが付いていれば、ホイールで動的にビューの縮小を行うことができます。

ウィンドウサイズ

ビューメニューよりウィンドウサイズを選択すると、ウィンドウの大きさに合わせ構造物が表示されます。特に、拡大、縮小、パンなどの機能を使用した後に便利な機能です。ウィンドウサイズには、以下の 3 つのオプションがあります。

フレームオプション

　　フレーム全体をウィンドウサイズとして設定します。

選択オプション

　　選択された部材または節点をウィンドウサイズとして設定します。

クリッピングオプション

　　クリッピング領域をウィンドウサイズとして設定します。

Home キーをウィンドウサイズコマンドのショートカットとして使うことができます。

クリッピングとマスキング

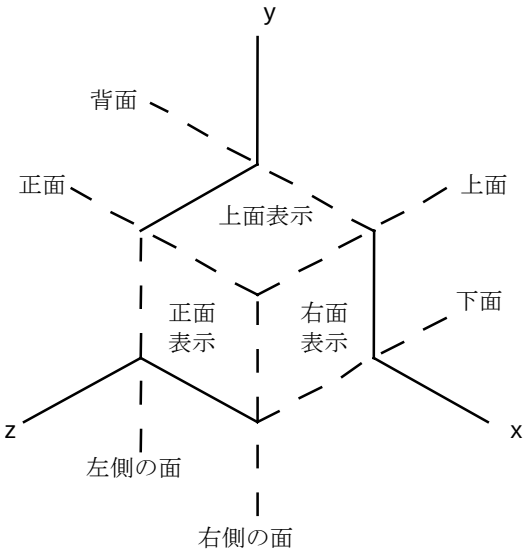
Multiframe では、クリッピングとマスキングと呼ばれる 2 つの方法を使って、フレームの表示領域をコントロールすることができます。クリッピングではフレームの表示領域を 3 次元領域で囲んで設定するのに対して、マスキングでは構造内の 1 つまたは複数の部材を選択することによって、選択部材の表示・非表示を設定します。

例えば、フレーム内の特定の柱列にかかる曲げモーメント図を表示したい場合、柱の列を指定してビューメニューのクリッピングサブメニューから選択へクリップを選択すると図面が見やすくなります。マスキングも同様です。クリッピングまたはマスキング機能によって部材がグレー表示または非表示となっている場合は、これをマウスで選択したり、移動することはできません。

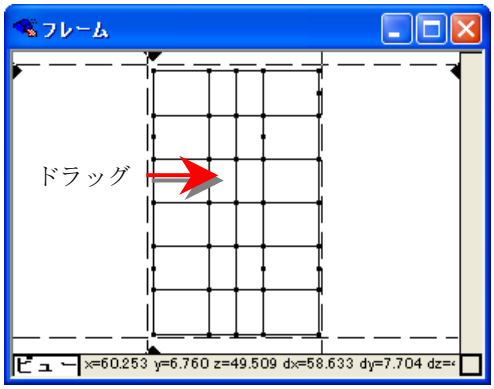
クリッピング

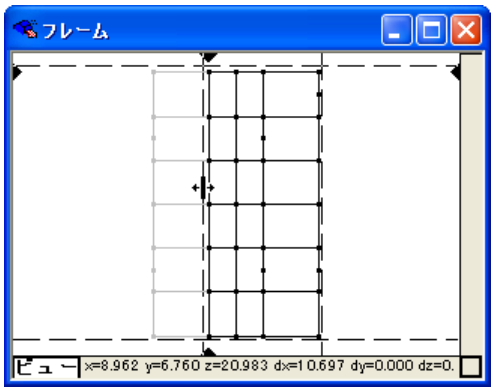
構造に対するクリッピングの指定は、2 次元画面で行います。クリッピングは、フレーム、荷重、プロットウィンドウで表示される図表に影響します。つまり、1 つのウィンドウのビュー（見方）でクリッピングを使えば、別のウィンドウでも別の図面がクリッピングされて表示されます。クリッピングには 2 種類あります。クリップ・アウトされた（切り離された）部分をグレーで表示するクリッピングと、指定された部材を見えなくするクリッピングです。

クリッピングが ON になっているとき、クリッピングバーは 2 次元画面において点線で表示されています。この点線がクリッピングボックスの境界線を表しています。

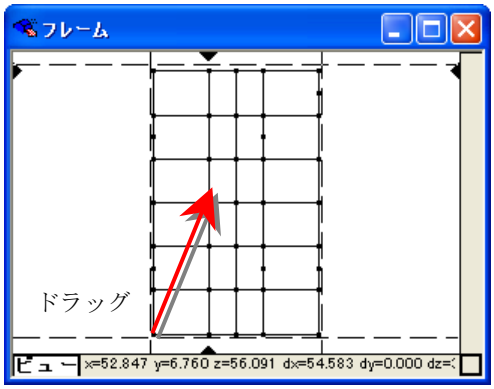


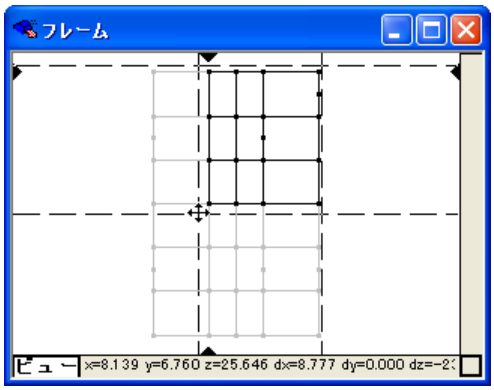
クリッピングボックスの境界線を移動する、つまり見える部分を変更するには、マウスでバーをクリックしてドラッグすることができます。同時に 2 本のバーを動かすには、2 本のバーの交差点にクリックして同時にドラッグして下さい。





交差する 2 本のクリッピングバーを同時に動かすには、それぞれの交点でマウスボタンを押して、ドラッグします。





ウィンドウのエッジ上のクリッピングバーの間にある小さな三角形は図面の奥行きを示します。これはマウスでドラッグすることができ、マウスが節点や部材、グリッドに吸着するとき正確に図面の奥行きに沿うことを助けます。

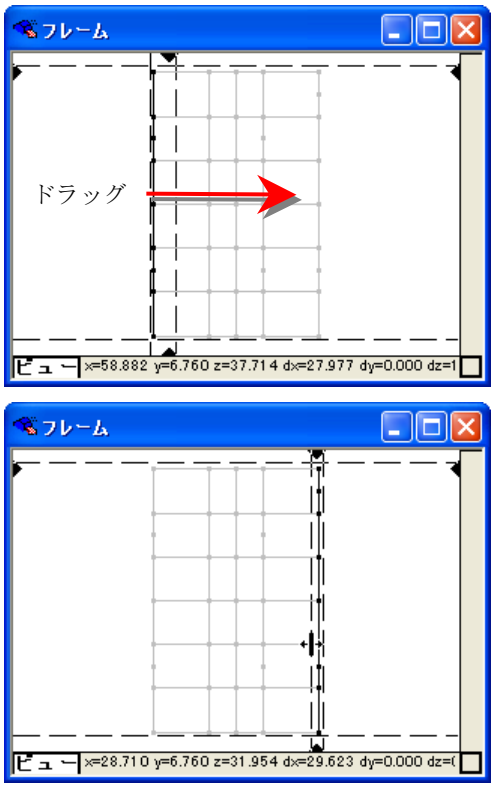
フレームへクリップ

通常、クリッピングメニューからフレームへクリップを選択して、フレームの境界の外側にクリッピングバーを配置します。それから、見たい部分を限定するためにクリッピングバーを動かします。

選択へクリップ

あるいは、クリッピングメニューから選択へクリップを使って、クリッピングバーを現在選択している節点の外側に配置します。

クリッピングバーがもう 1 方のクリッピングバーを越えようとすると（例えば下のバーを上のバーを越える位置に移動しようとすると）後者のバーは、2 本のバーの間に間隔空けるために移動します。この機能はクリッピングを 1 つの階から別の階に動かしたい場合、または 1 つの柱からもう 1 つの柱へ移動したい場合に役立ちます。移動したい方向の反対側のバーにクリップして、2 本のバーを一緒にドラッグすることができます。

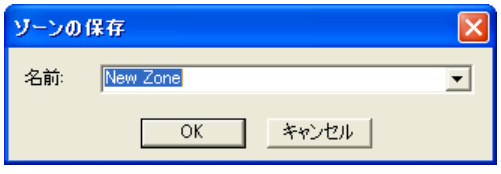


クリッピングゾーン

クリッピングの領域を Multiframe に保存することができ、保存した領域へクリッピングを実行することができます。ユーザはモデルの任意の領域へ素早くクリッピング表示させることができます。

現在のクリッピング領域を保存するには、

- **ビューメニューのクリッピングサブメニューから、クリッピングゾーンの保存をクリックします。**
- **保存する領域を示す名前を入力します。**



- **OK をクリックします。**

現在のクリッピング領域は、クリッピングゾーンとして保存された領域で容易に表示することができます。

ゾーンを変更するには、

- **ビューメニューのクリッピングサブメニューから、ゾーンの編集をクリックします。**

クリッピングゾーンの活用としては、3D モデルにおいてモデルを構成する 2D フレームを各ゾーンとして定義します。クリッピングゾーンに保存されることよってそれぞれの 2D フレームへ素早くアクセスすることができます。

マスキング

マスキング機能は、選択する部材の表示をコントロールし、表示したり隠したりすることができます。マスキングメニューの選択へマスクを選択すると、指定した部材以外の部材が隠されます。また逆に、選択をマスクを選択すると指定した部材が隠されます。

マスキングは、クリッピングと同様にフレーム、荷重条件、プロットウィンドウの図面に影響がありますが、1 つのウィンドウで使用して別のウィンドウの別のビューを見易くすることも可能です。マスキングもグレーの表示と見えない表示がありますが、クリッピングもマスキングも同じ方法（例えば片方がグレーならもう一方もグレー）で表示されます。

マスキングは、見たい領域が長四角形でない場合、すなわちクリッピングを適用できない場合に役立ちます。

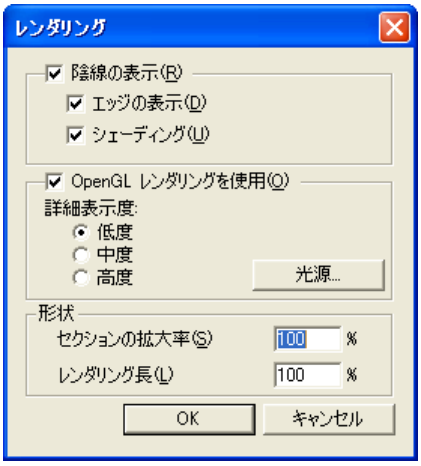
レンダリング

Multiframe では、構造のサイズ、またはセクションの方位を再確認するためにフレーム、荷重条件､プロットの各ウィンドウで構造の表示をレンダリング（色表示）することができます。レンダリングでは、ウェブとフランジを含めてフレームを表示します。レンダリング機能は、ウィンドウの 3 次元図面、またはプロットウィンドウの変形図でしか使用できません。部材をレンダリングしたわませて表示する際の切片の数は、ディスプレイメニューのプロットコマンドで設定した精度でコントロールされます。

一番前のウィンドウでレンダリングを出すためには、

- **表示メニューからレンダリング... を選択します。**

ダイアログボックスが表示されてレンダリング・オプションが表示されます。



- **陰線の表示のチェックボックスをクリックし、レンダリングを表示します。**

セクション上に影を表示（シェーディング）したり、端を黒く描く（エッジの表示）こともできます。

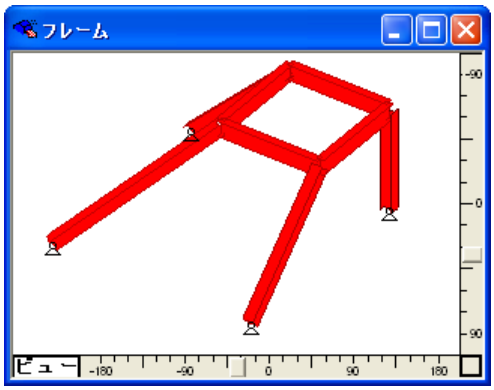
またサイズの拡大率を使って、セクションを拡大表示することができます。これにより、通常はフレームの大きさと比較して小さくなりがちなセクションの実際の形がはっきり見えるようになります。

レンダリング長を指定すると、実際の端部位置から縮小した形で部材の長さを表示することができます。これにより、節点での部材の方向と向きを可視化して接続状況を調べることができます。

OpenGL レンダリングチェックボックスにチェックを入れることにより、OpenGL の使用を有効にできます。OpenGL では、ほとんどのグラフィックカードで高速のレンダリングを提供し、クリッピングおよびマスキングで透明度を指定することも可能になります。ただし、OpenGL レンダリングの状態でフレームの印刷ができませんので、チェックを外してから印刷します。

- **OK ボタンをクリックします。**

構造はレンダリング機能をオフにしない限りレンダリングを使って表示されます。レンダリング機能をオフにするには、レンダリング... を選択し、陰線の表示のチェックボックスをクリックします（チェックマークを消します）。



マスキング、またはクリッピングが オン になっている場合、見える部材だけがレンダリングされます。Section Maker によってカスタムセクションを描いた場合、レンダリングによってカスタムセクションの実際の形状が表示されます。円形セクションは、八角形の形状として表示されます。

節点および部材の選択

グラフィカルウィンドウ内で節点および部材を選択するには、各種のテクニックおよびコマンドを使用できます。項目を選択するための最も一般的な方法は、マウスを使うことです。

単一項目は、次のように選択します。

- **項目上をクリックします。**

選択された項目は、太めの線で表示されます。通常は黒い線で表示されますが、選択項目を別の色で表示するには、ビューメニューのカラーコマンドから配色を設定できます。

選択項目を追加または削除するには、次に従います。

- **Shift キーを押しながら選択されていない項目をクリックして、現在の選択項目に加えます。**
- **Shift キーを押しながら選択されている項目をクリックして、現在の選択項目から削除します。**

項目のグループは、次のように選択します。

- **選択する項目を囲むように、長方形をドラッグします。**

カーソルを左から右にドラッグして長方形を定義する場合は、長方形の辺が境界線となり、長方形の内側に含まれる項目のみを選択します。Shift キーを押しながらドラッグすると、長方形の内側にあるかまたは境界線と交差する項目を選択して、現在選択されている項目に加えます。

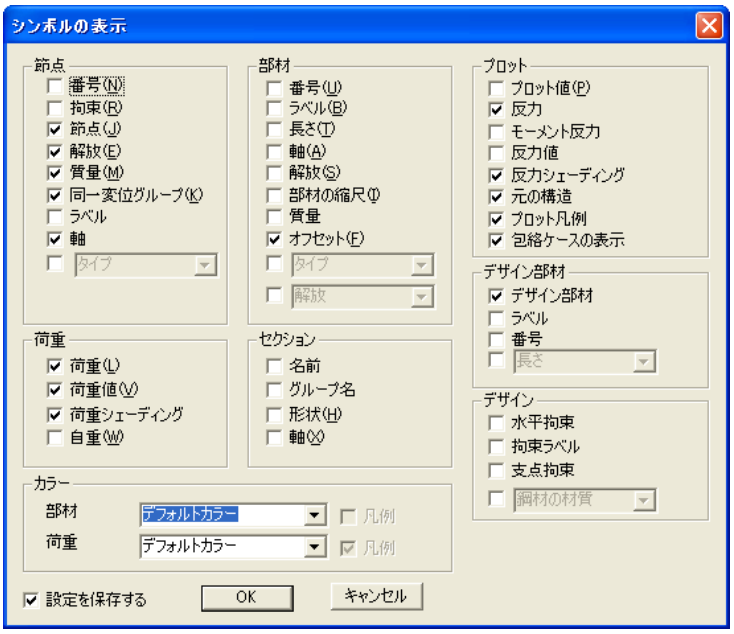
マウスをドラッグして項目を選択するとき、項目の選択には 2 種類のテクニックがあります。1 つは、上記のように長方形ボックスを使う方法です。もう 1 つは線の選択を使う方法で、直線の端を画面上でドラッグします。この場合、この線と交差するすべての部材とともに、それらの部材に接続するすべての節点も選択されます。

マウスをドラッグして選択するとき使用する選択ツールは、ビューツールバーを使って選びます。点線の四角または点線ボタンをクリックして、それぞれの選択ツールを選びます。

選択メニューには、モデルに含まれる項目を選択するために役立つ各種のコマンドが含まれています。部材および節点は、それらの番号またはラベルを指定することにより選択できます。

シンボル

グラフィカルウィンドウに表示される情報はシンボルダイアログを使って変更できます。このダイアログは、表示メニューのシンボルコマンドを使って呼び出します。



このダイアログには、モデルに使われる節点についての情報を表示するためのオプションがあり、番号、ラベル、部材軸など、節点の属性が含まれます。他のシンボルを表示して、拘束、節点質量、同一変位節点など、節点に関連する他の情報を示すことができます。部材についても同様のオプションがあり、番号、ラベル、長さ、部材軸を表示できます。部材には、セクション名または形状とともに注釈を付けることができます。また、端部解放およびオフセットなど、部材端部についての他の属性を表すシンボルも表示されます。

さらにこのダイアログにある他の設定を使って、プロットウィンドウおよび荷重ウィンドウの表示内容をカスタマイズできます。荷重を表示するかどうか、およびその表示方法、および荷重の程度を表すラベルを貼付するかどうかを指定するオプションがあります。同様に、プロットウィンドウにおける反力およびラベルの表示についても、設定オプションがありますます。

フレームウィンドウで各要素を表示する色についても、シンボルダイアログを使って設定できます。フレームウィンドウに表示される部材は、配色を使って色分けでき、この色分けによりセクション、セクション形状またはラベルに応じて部材を区別できます。グループ化された部材も、部材が含まれる色のグループを使って部材を表示することにより強調できます。モデルの描画に使われる色を、凡例にまとめて表示できます。

シンボルツールバーには、より頻繁に使用するシンボルの表示を切り替えるためのボタンがあります。

凡例

部材および荷重の表示に使用するカラーの意味を示すために、凡例を表示できます。凡例を表示するには、表示メニューのシンボルメニューで表示されるシンボルダイアログから凡例オプションを選択します。

Multiframe で使用する凡例の一機能として、凡例を使い現在のウィンドウで選択を修正できます。凡例の中で項目のテキストをダブルクリックすると、モデルに含まれる対応する項目が選択されます。たとえば、グループ内の全部材、同じラベルを持つ部材すべて、同じセクションタイプを持つ部材すべてを選択するときなどに便利です。

部材の凡例

フレームおよびプロットウィンドウに表示されている部材は、カラー表示できます。部材のカラーは、シンボルダイアログ（表示メニュー）で配色を選択することにより指定できます。色の指定によって、部材を属性に応じてグラフィックに表示できるようになります。部材のカラーを、次のような項目ごとに設定できます。

デフォルトカラー

このオプションの選択では、デフォルトのカラー設定が使用されます。このデフォルトカラーは、ビューメニューのカラーをクリックし、カラーダイアログで設定することができます。

セクション

このオプションの選択では、セクションタイプごとに部材のカラーが表示されます。凡例には、構造で使用されているすべての異なるセクションがリストされます。

セクショングループ

このオプションの選択では、セクションタイプが属しているグループごとに部材のカラーが表示されます。凡例には、構造で使用されているセクションの属しているすべての異なるセクショングループがリストされます。セクショングループとは例えば、C、Equal L などを示します。

セクション形状

このオプションの選択では、形状ごとに部材のカラーが表示されます。凡例には、構造で使用されている部材のすべての異なる形状がリストされます。形状とは例えば、鋼管、I 形鋼、C 形鋼などを示します。

ラベル

このオプションが選択され、部材にラベルが設定されている場合、ラベルごとに部材のカラーが表示されます。凡例には、すべての異なるラベルがリストされます。

部材構成

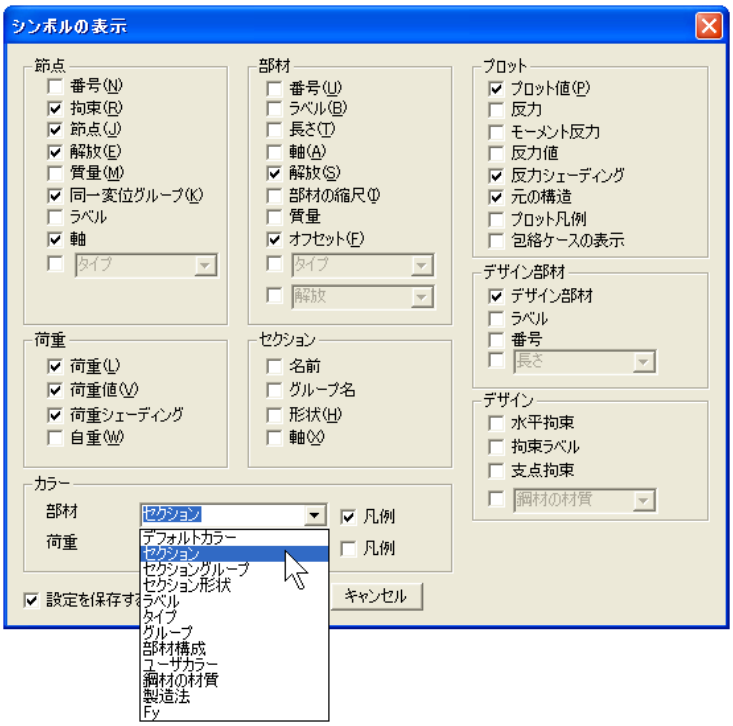
このオプションが選択され、部材に部材の構成が設定されている場合、部材構成ごとに部材のカラーを表示します。凡例には、すべての異なる部材構成がリストされます。

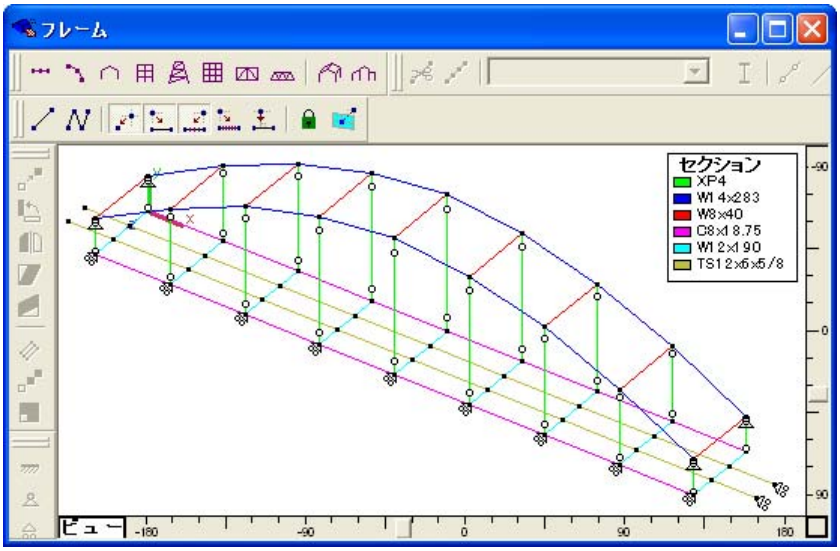
種類

このオプションの選択では、部材の種類ごとに部材のカラーが表示されます。凡例には、構造で使用されている異なる部材の種類がリストされます。部材の種類とは、「引張力のみ」もしくは「圧縮力のみ」を示します。

グループ（現在のグループにおける）

このオプションが選択され、部材にグループが設定されている場合、部材が属するグループごとに部材のカラーを表示します。凡例には現在選択されているグループセットで使用されているすべての異なるグループがリストされます。グループ機能について詳しくは、グループ化（ページ96）をご参照下さい。





ヒント

凡例を使用して、同じ属性もしくはラベルを持つ部材の選択を素早く行うことができます。例えば、鋼管形状を持つすべての部材を選択する場合、表示メニューからシンボルダイアログで凡例のカラーをセクション形状に設定し、凡例の中の「鋼管」をダブルクリックします。

荷重の凡例

荷重ウィンドウに各荷重を表示する色は、シンボルダイアログ（表示メニュー）で配色を選択して設定します。部材と同様に、荷重を属性に応じてグラフィックに表示でき、次のような項目に応じて色を設定できます。

荷重の状態

荷重の状態ごとにカラー表示します。荷重の状態とは例えば、部材集中荷重や部材節点荷重などを示します。

荷重の方向

荷重の方向別にカラー表示します。

局所荷重項目

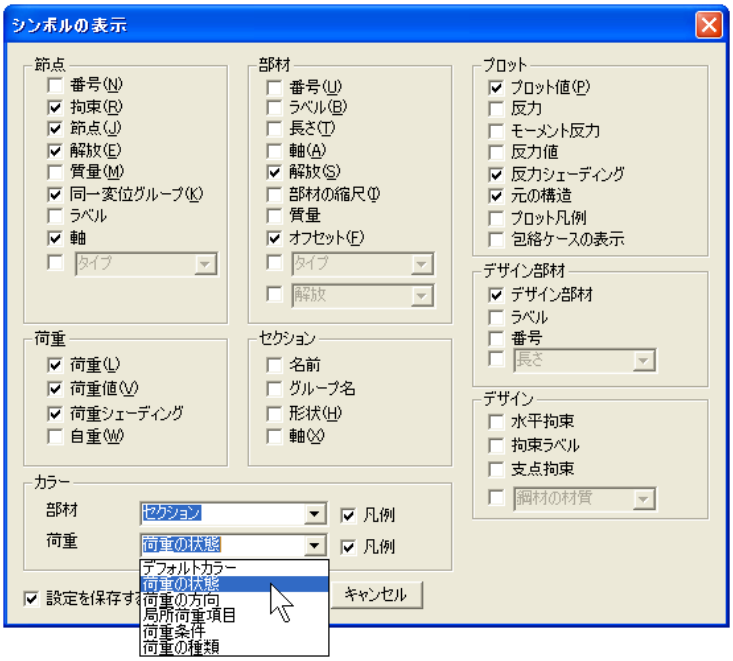
1 つの部材にいくつかの荷重が設定されている場合に、それらの表示は、それぞれの部材において 1 番目の荷重、2 番目の荷重、3 番目の荷重というように設定され、異なるカラーで表示されます。

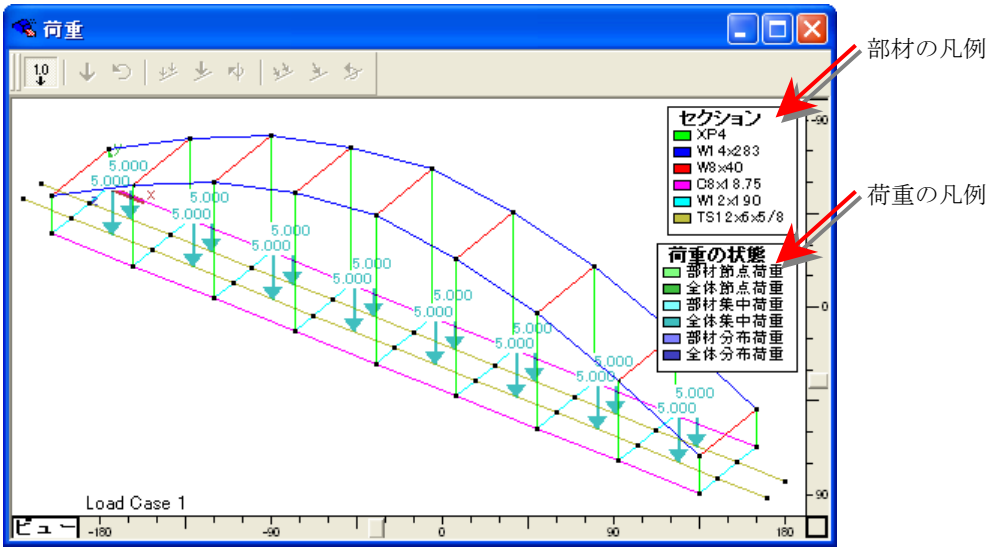
荷重条件

荷重条件ごとにその荷重をカラー表示します。

荷重の種類

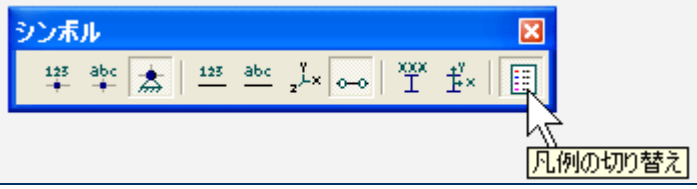
荷重の種類ごとにカラー表示します。荷重の種類とは、固定荷重、積載荷重などを示します。





注意

荷重の凡例は、表示メニューのシンボルダイアログで、荷重項目の隣にあるチェックボックスを選択することによって表示できます。



凡例の属性

凡例は、ウィンドウの角（既定ではウィンドウ右上角）に表示されます。凡例の表示位置は、表示メニューの凡例サブメニューを使って変更できます。凡例を表示するために使うフォントサイズおよびスタイルも、凡例サブメニューのコマンドを使って変更できます。

多くの場合、凡例の各項目に使われるカラーをカスタマイズできます。カラーをカスタマイズするには、サブメニューを使うか、または凡例に表示されるカラーボックスをダブルクリックします。多くの凡例は同じ凡例カラーリストを使い、ある凡例の項目カラーを編集すると多くの凡例のカラーにそれが反映されることに注意してください。

凡例をマウスで右クリックすると、ポップアップメニューが表示され、凡例のカラー、スタイル、表示位置を編集するオプション、および現在の配色を選ぶオプションが含まれます。

構造物を作る

Multiframe を用いて構造を作る時、形状、拘束、部材のタイプおよび構造物の各節点部をフレームウィンドウで描き、定義していきます。また、Multiframe の持つ自動生成機能を使って、自動的に門型フレーム、また幾何的に一定間隔の円形、高層ビルなどの構造を作成することができます。

この第 2 章では、まず構造を作るための製図テクニックを説明しています。次に、構造における各節点や部材の選び方、そして一般的によく使用される構造を描く際の Multiframe 機能の使用方法を説明しています。最後に、拘束、部材属性、ピンまたはモーメント解放の部材のデータを指定するコマンドの説明をしています。

構造物を描く

構造の各部品は、マウスを使って始点と終点を定義することにより、直接製図することが可能です。製図の縮尺は、ビューメニューの寸法...で指定できます。x、y、z 方向で使用する最大と最小の座標を入力すると、Multiframe はこれらの座標をフレームウィンドウの現在のサイズに調整します。ウィンドウ内での動きは、左下の現行のポインター座標で表示されます。座標はすべて、ビューメニューの単位... で設定された長さ単位で表示されます。

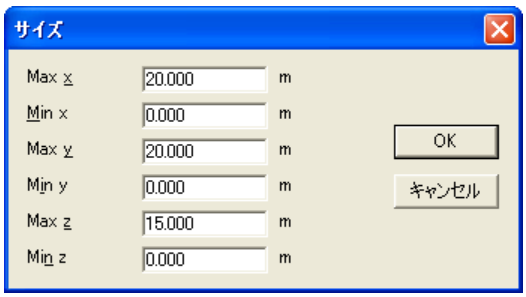
サイズの指定

図面を描く前に、描く領域、つまり作業するフレームの大きさを設定する必要があります。

- **ビューメニューから寸法...を選択します。**

構造の寸法を入力するダイアログが表示されます。

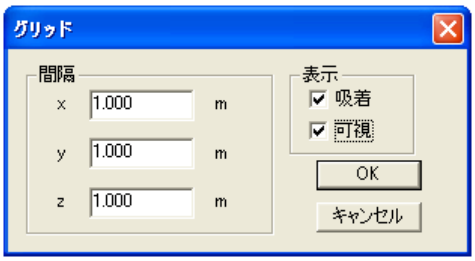
- **各方向の最大と最小の座標を入力して、**
- **OK ボタンをクリックします。**



グリッドを使う

Multiframe は、等間隔のグリッドに自動的に沿って製図する機能を内蔵しています。ビューメニューのグリッド...を使うと、間隔、表示、グリッドの使用を指定することができます。

- **ビューメニューからグリッド...を選択し、**

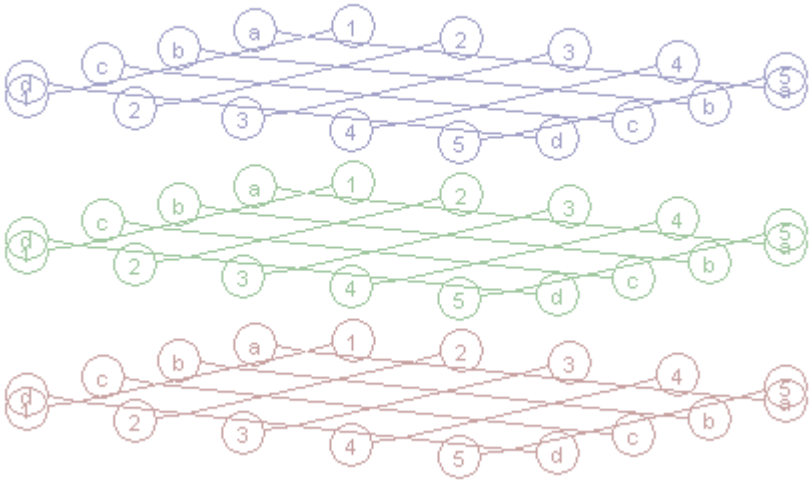


- **グリッドの x、y、z の間隔を数値で入力し、**
- **フレームウィンドウにグリッドを表示したい場合は、可視チェックボックスをクリックします。**
- **グリッドに沿って製図したい場合は、吸着チェックボックスをクリックします。**
- **OK ボタンをクリックします。**

節点をグリッドに自動的に合わせながらグリッド自体を表示しない場合、OK をクリックする前に可視チェックボックスは選択しないでください。同様に、可視チェックボックスをクリックしてグリッドを表示し、吸着チェックボックスを選択せずにグリッドへの自動合わせ機能を解除することもできます。

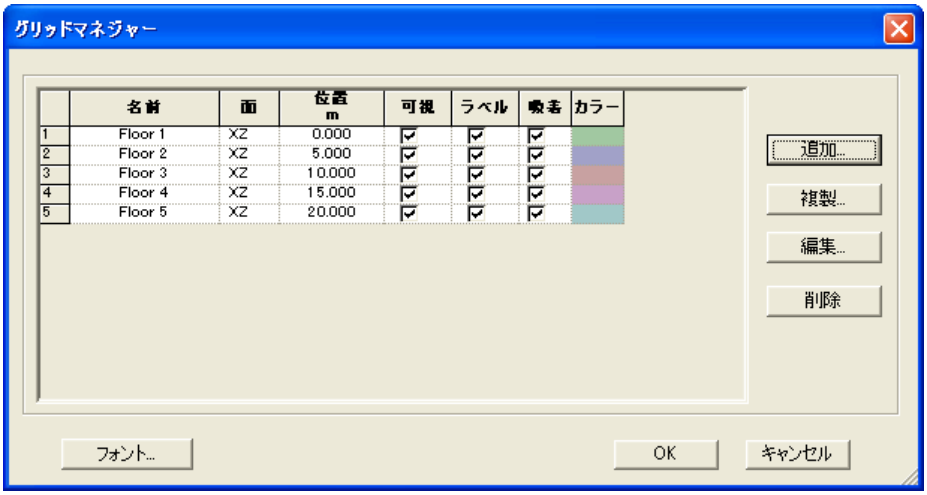
構造グリッド

Multiframe には、3D 構造グリッドを定義する機能があり、これにより描画を建物に関連する所定のグリッドに自動的に整列できます。



構造グリッドは、多数の平面的なグリッドから構成されており、通常これらは建物のフロアを表します。これらのグリッドの大きさ、位置、ラベルを、ビューメニューの構造グリッドコマンドを使って設定できます。

- **ビューメニューから、構造グリッド...を選択します。**



グリッドマネジャーダイアログが表示され、グリッドがどのように表示されるかを追加、編集、削除、変更できます。

グリッドの表を使うことにより、構造グリッドを構成する個々のグリッドの属性を直接編集でき、各グリッドがどのように表示されるかを個別に設定できます。描画グリッドのように、節点を自動的にグリッドに合わせる一方、グリッドを表示しない場合は、可視チェックボックスの選択を解除してから OK をクリックします。同様に、可視チェックボックスを選択することにより、グリッドを視覚的なガイドとして表示できますが、吸着チェックボックスを選択解除することにより、グリッドとの自動整列を無効にできます。

グリッドの追加

新規グリッドは、次のように追加します。

- **追加...ボタンをクリックします。**

構造グリッドダイアログが表示されます。このダイアログを使って、新規グリッドの属性を定義できます。

- **グリッド名を入力します。**
- **平面を選択して、グリッドの方位を選択します。**

- **グリッド平面に対して垂直な軸に沿ってグリッドの位置を設定することにより、グリッドの位置を指定します。**
- **グリッド平面で 2 つの方向それぞれに、グリッド線の数とそれらの位置を指定します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

グリッドの編集

既存のグリッドは、次のように編集します。

- **グリッド表で、編集するグリッドに対応する列を選択します。または、その列のセルを選択することもできます。**
- **編集...ボタンをクリックします。**

構造グリッドダイアログが表示され、グリッドの属性を変更できます（上記参照）。

グリッドの削除

既存のグリッドは、次のように削除します。

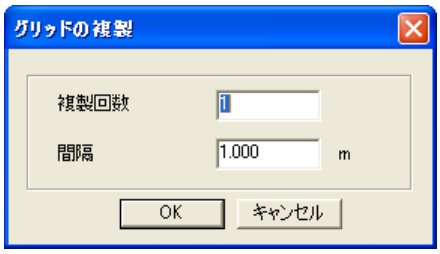
- **グリッド表で、削除するグリッドに対応する列を選択します。**
- **削除...ボタンをクリックします。**

選択したグリッドの削除を確認するメッセージが表示されます。

グリッドの複製

既存のグリッドは、次のように複製します。

- **グリッドの表で、複製するグリッドに対応する列を選択します。**
- **複製...ボタンをクリックします。**



- **グリッドを複製する回数を入力します。**
- **複製するグリッドの位置を指定する距離を入力します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

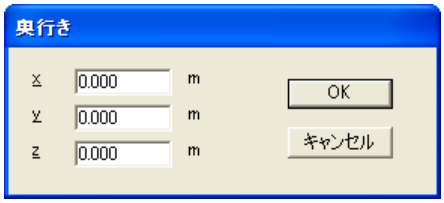
図面の奥行き

2 次元画面で設計する際、奥行きを指定する必要があります。例えば、Top の画面で部材を描くとき、y 座標を特定する必要があります。

現在の奥行きを変えるには、

- **ビューメニューから奥行き...を選択します。**

ダイアログボックスが現れて現行の奥行きが表示されます。



新しい奥行きを設定するには、奥行きの新しい値をタイプ入力して OK をクリックして下さい。

節点および部材への吸着

Multiframe で作成する描画は、モデルに含まれる節点および部材に自動的に整列します。

図面を描画するときモデルのどの部分にカーソルが吸着するかを、作成メニューから描画設定ダイアログを使って設定できます。このダイアログには、次の部分への吸着オプションがあります。

- **節点**
- **部材**
- **部材の 4 分割点**
- **部材に沿った任意の点の数**
- **部材の垂直点**

部材の垂直点への吸着オプションは、既存の部材に垂直に引かれる線の 2 番目の端部に吸着する場合のみ使用します。

3D ビューで図面を作成するとき、描画は既定で現在の作業面に位置付けられます。この面は、現在作図を見ている方向に対して最も垂直の方位となり、現在の図面の奥行きを通ります。座標系の原点を示す軸は、描画面の方位を指定する軸をハイライトします。カーソルがモデルに含まれる既存の項目に吸着すると、3D 空間で描画はこの点に吸着します。

描画が 2D 画面にあるとき、現在の描画面の外にあるモデルの既存パーツに吸着することは、問題となる可能性があります。たとえば、平面構造をモデルの既存パーツの前に描くときは、カーソルは既存のオブジェクトに吸着し、描画を現在の作業面から移動する場合があります。このような問題を避けるために、描画設定ダイアログで作業面の拘束を選ぶことにより、すべての描画を現在の作業面の内側に拘束できます。このオプションを選択すると、カーソルはモデルの既存のパーツに吸着しながら、描画は現在の図面の奥行きに戻って投影されます。

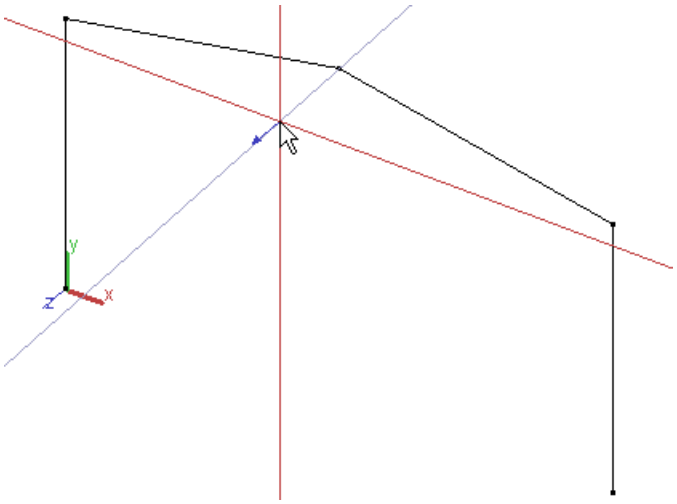
Alt キーを押しながら描画またはドラッグを操作することにより、カーソルの吸着を節点、部材、グリッドポイントに止めることができます。

動的な作図ラインへの拘束

描画は、既定では現在の作業面で行われます。この作業面は、全体軸と揃う面となります。全体軸は、現在図面を見る方向に対して最も垂直に近く、また現在の図面の奥行きを通ります。Multiframe では、モデルを整列しやすくして、現在の作業面の範囲外で描画を行えるように、動的な作図ラインへの拘束を使用できます。部材を作図するとき、カーソルが節点に吸着しマウスが全体軸の 1 つの方向に移動すると、描画は 3D 空間でその方向に沿うように拘束されます。

このように全体軸方向に描画を拘束する機能は、3D 空間でマウスの移動方向を自動的に拘束するという、基本的な設計概念の一部でもあります。描画方向は、節点に接続される部材の方向に行われるようにも拘束できます。マウスを節点に取り付けられた部材の方向に動かすと、描画は 3D 空間でその部材の方向に拘束されます。

カーソルの動きが全体軸または要素の方向に拘束されると、小さな矢印がカーソル部分に表示され、拘束される線の方向を指します。矢印のカラーは、拘束が全体軸方向かまたは部材の方向かを表します。

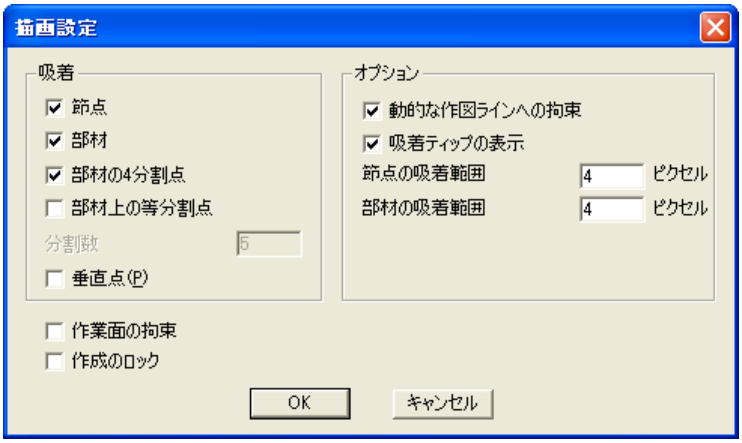


描画の拘束は、カーソルを拘束方向から遠くに移動すると解除されます。拘束を解除せずに有効のままにするには、Shift キーを押しながらカーソルを操作します。

動的な作図ラインへの拘束は、新しい描画設定ダイアログを使って無効に設定できます。

描画設定

作成メニューから描画設定ダイアログを使うことにより、モデルのオブジェクトへの吸着に関連するオプション、動的な作図ラインへの拘束、その他モデルのグラフィックな操作に関連するオプションを変更できます。



このダイアログにある作成のロックオプションにより、フレームの作図および形状を変更できないように設定できます。この中には、すべての作図、ドラッグ操作、構造的部材の生成を無効にすることが含まれます。

このダイアログには、モデルのオブジェクトにスナップするときカーソルがどの程度の距離を移動するかを設定するオプションもあります。節点の吸着範囲オプションは、カーソルをどの程度節点に近づけるとそこに吸着するかを指定します。同様に、部材の吸着範囲は、カーソルをどの程度部材（または部材上のポイント）に近づけるとそこに吸着するかを指定します。基本的に、部材の吸着範囲は節点の吸着範囲以下となります。既定では、これらの値はきわめて小さな値ですが、ほとんどのモデルでその範囲を 20 ピクセル以上に設定できます。

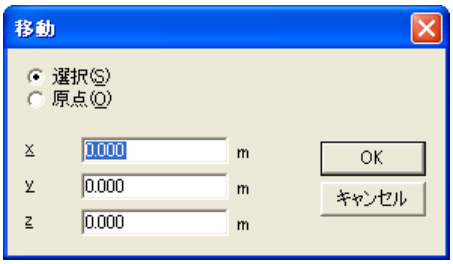
原点を設定

Multiframe は、フレームウィンドウで描く x、y、z 軸の記号が示す座標係の原点を持っています。ビューメニューの軸によって軸の表示指定ができます。

また、構造に相関して原点の位置を変更することができます。

- **作成メニューから移動...を選択します。**

ダイアログボックスが現れ、x、y、z 座標内の新しい原点の位置を入力することができます。

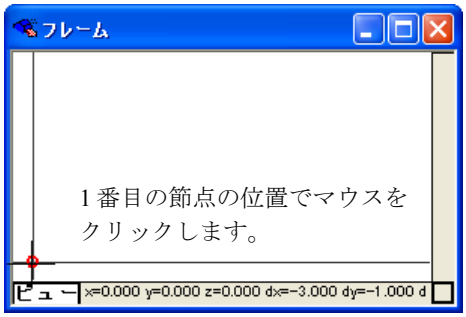


このコマンドは、区分された構造部で構成されている大きな構造を作るのに有効です。各構造部を設計する前に任意の位置に原点を動かすことができます。

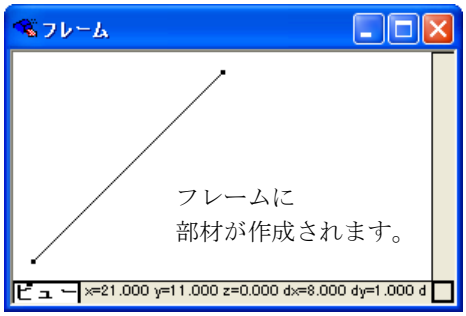
部材の追加

構造物に部材を加えます。

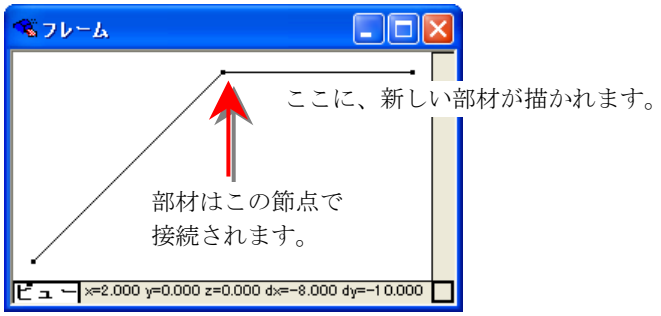
- **作成メニューから部材追加 を選択し、あるいは、**
- **部材ツールバーの部材追加ツールをクリックしてください。**
- **ポインターを最初の節点の位置に持っていきます。**



- **マウスボタンを押しながらマウスを 2 番目の節点位置までドラッグし、（または、この節点をクリックしてから、マウスボタンを放した状態で 2 番目の節点に移動してもかまいません）**

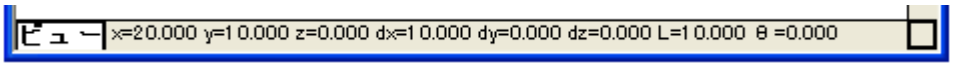


- **マウスボタンを放します（最初の節点をクリックで指定した場合は、2 番目の節点の指定もクリックで行います）。**



部材を描きながら、Shift キーを押えるとこの新しい部材の動きが垂直、水平または 45 度に制限されます。

新しい部材追加時に、フレームウィンドウの左下には、マウスの現在位置が座標表示されます。また同時に、前回のマウスクリックの位置からの、現在のマウス位置の相対座標距離と角度も表示されます。

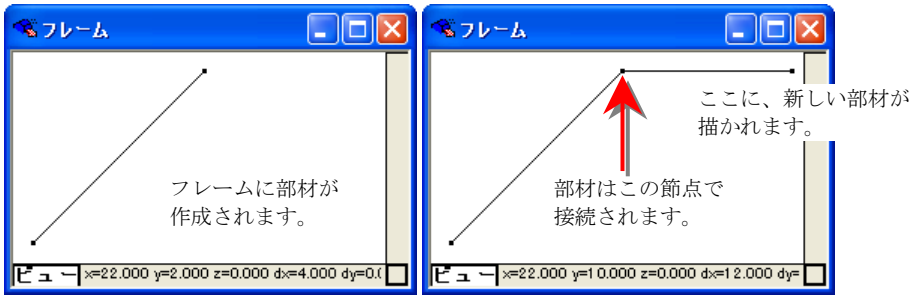


3 次元画面で設計する際、部材は既存の 2 つの節点間にしか描けません。

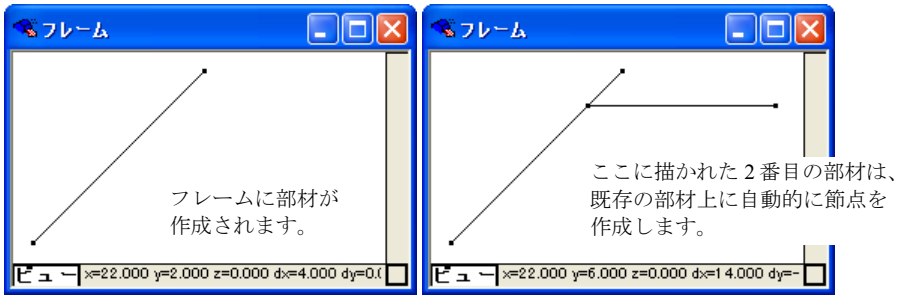
部材を描く際、グリッドが オンになっている場合は、節点はグリッドに自動的に沿って配置されます。部材の奥行きは、現在の奥行き設定によって決められています。奥行きの設定方法については、図面の奥行きの項を参照してください。

部材と部材の接続

部材の 1 番目、あるいは 2 番目の節点の位置が、既存の節点の位置と一致する場合、新しい部材はその既存の節点の位置で、既成の部材と接続されます。既存の節点が、現在の奥行きと違う位置にあっても接続されてしまうので、2 次元画面で既存の部材の前後に新しい部材を設計する場合、クリッピング／マスキング機能を使う必要があります。3 次元画面で描く場合、部材は現存する 2 つの節点間にしか接続できません。



既存部材の端部に引張りマウスを放せば、新しい部材は既存部材と接続されます。

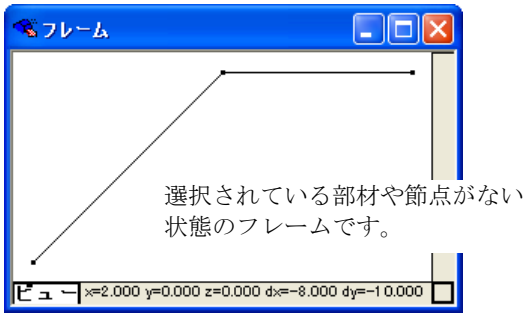


部材間の接続は剛接となります。モーメントのない部材を接続したい場合、部材解放コマンドを使って、変更することができます。

選択

節点や部材の属性、拘束、荷重を指定するためには、構造のどの部分がそれぞれの属性と関連するかを指定する必要があります。

この指定をするには、節点や部材を図面で選択し、メニューからコマンドを選択します。例えば、節点を拘束したい場合、拘束したい節点を選択してからメニューからコマンドを選択します。クリッピングまたはマスキングによって隠されている部材や節点を選択することはできません。

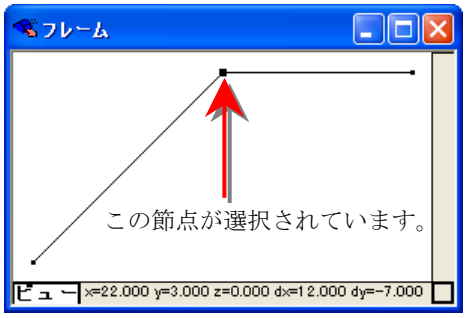


節点の選択

1 つの節点を選択する場合には、

- **その節点をクリックします。**

選択された節点は、■で表示されます。



複数の節点を選択する場合には、

- **選択したい節点を囲む長方形をドラッグして作ります。**

全ての節点を選択する場合には、

- **選択メニューから全体を選択します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

選択の範囲を拡大、あるいは縮小したい場合、

- **現行の選択に関し節点を追加したり削除したりするには、Shift＋クリックを使います。**
- **現行の選択に関し複数の節点を追加したり削除したりするには、Shift＋ドラッグを使います。**

選択したい節点の節点番号がわかっている場合、選択メニューから節点コマンドを使って選択することもできます。

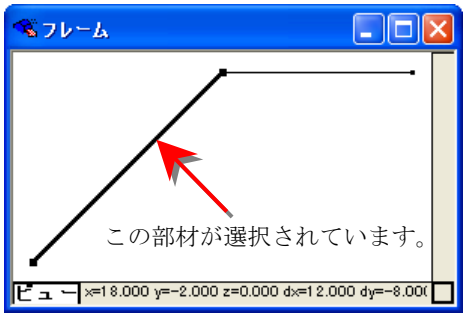
重なりあった節点をクリックした場合は、手前の節点が選択されます。

部材の選択

部材を 1 つ選択する場合には、

- **部材上でかつ両端から離れたところをクリックします。**

選択された部材は、太線で描かれます。選択された部材は、常にその両端の節点も黒くなっています。



選択したい部材の部材番号がわかっている場合、選択メニューから部材コマンドを使って選択することもできます。

複数の部材を選択する場合には、

- **選択したい各部材を囲む長方形をドラッグします。**

マウスを左から右にドラッグして選択長方形を指定する場合は、長方形に完全に含まれる部材のみが選択されます。また、マウスを右から左にドラッグして選択長方形を指定する場合は、長方形に含まれる部材および長方形を横切る部材のすべてが選択されます。

すべての部材を選択する場合には、

- **選択メニューから全体を選択します。**

選択の範囲を拡大または縮小したい場合には、

- **Shift＋クリックで現行の選択（範囲）に、1 つの節点を追加または削除します。**
- **Shift＋ドラッグで現行の選択（範囲）に、複数の節点を追加または削除します。**

ドラッグ選択を行う場合、2 つの選択方法があります。1 つは 標準 Windows のテクニックで、上記で説明されているように選択したい部分をマウスを使って長方形で囲む方法です。その長方形内に完全に入るすべての部材と節点が選択されます。

もう 1 つの選択法は線で選択することで、ユーザがマウスを使って直線を画面上にドラッグします。この場合、ドラッグ線に交差するすべての部材と、その部材に接続されているすべての節点が選択されます。

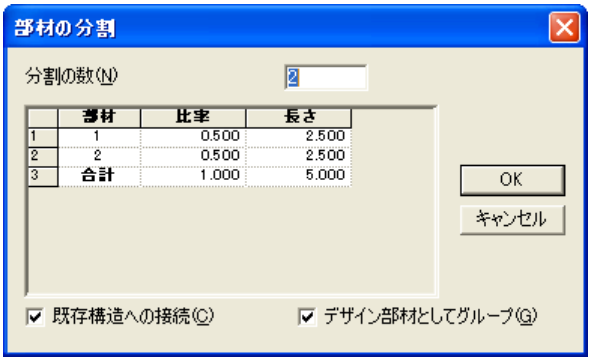
ドラッグ選択で使用される選択ツールはビューツールバーで選択されます。点線の四角アイコン、あるいは点線のアイコンにクリックすると、該当する選択ツールが選択されます。

部材を分割する

構造内で 1 つの部材を細分する場合には

- **細分する部材を選択し、**
- **作成メニューから、部材分割 を選択します。**

ダイアログボックスが画面上に表示され、分割数と分割した部材の新しい長さを表で編集できます。



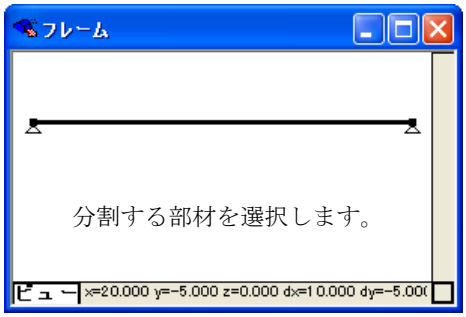
- **分割する数を入力して、**

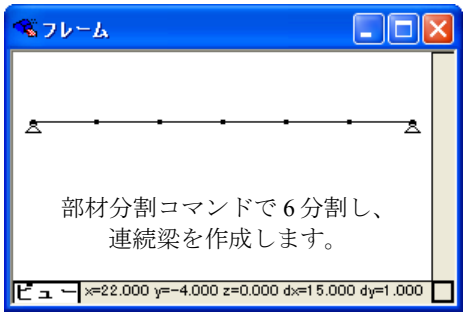
部材を等分割したい場合は、表内の長さを変更する必要はありません。分割時の長さ変更を行う場合は、表内の長さ、または 比率を用いてこれを設定します。

- **分割した部材をデザイン部材としてグループにしたい場合は、デザイン部材としてグループチェックボックスを選択します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

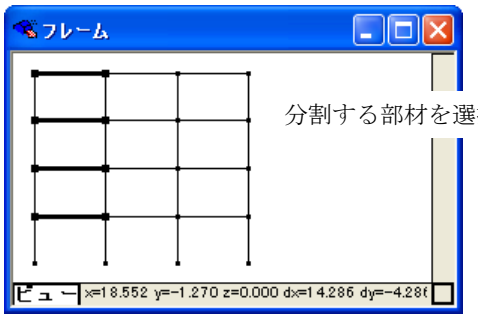
端と端が接続する新しい部材が分割した数だけ生成され、選択した各部材と置き換えられます。このコマンドは下記の通り、連続的な梁の生成や、ブレースを挿入する際、梁を分割するのに有効です。

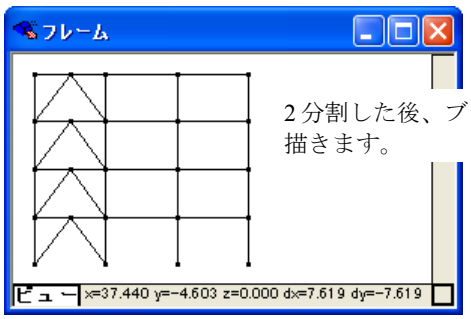
部材の分割コマンドを使って連続梁を生成する場合：





各階の梁の分割によってフレームにブレースを挿入する場合：



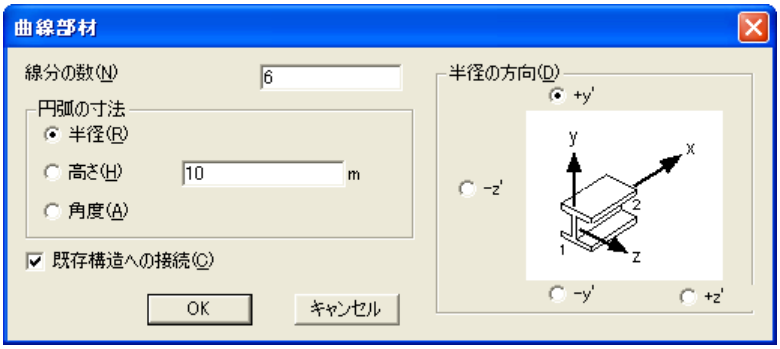


円弧に変換

構造物の既存の部材を円弧にを変換することができます。

- **円弧に変換したい部材を選択し、**
- **作成メニューから新しい部材の円弧に変換コマンドを選択します。**

ダイアログボックスが表示され、部材の分割数および円弧の形状の指定をします。



- **円弧の分割部材数を入力し、**
- **円弧の寸法を 3 つの指定方法から 1 つを指定し、**
- **部材に対する円弧の方向を、ダイアログの右側にあるボタンで選択して指定します。**

- **OK ボタンをクリックします。**

通常は新規の部材が既存部材と接続する方法を選びますが、選ばない場合には、ダイアログの下の既存部材へ接続チェックボックスを外してください。

円弧の生成は直線部材で近似されるものですので、部材数の違う様々な円弧を生成し、解析結果を評価しながらテストすることをお勧めします。

部材の結合

部材の結合コマンドを使うことにより、複数の部材を自動的に結合して、1 つの部材を作成します。このコマンドは 1 回に 2 つ以上の部材を結合することができます。1 つの部材に結合される部材は、現在選択されているすべての部材の中で、同一セクションタイプである、同一線上にある、剛接合されている、同じ部材構成を持つことを検証し判別されます。

構造の部材を結合するには、

- **結合する部材を選択します。**
- **作成メニューの特殊サブメニューから、部材の結合を選択します。**

上記の条件に合う部材は 1 つの部材に結合されます。通常、結合された部材に設定された分布荷重もまた、その部材の連続した荷重から結合されます。ユーザは結合された部材の設計属性を注意して確認する必要があります。

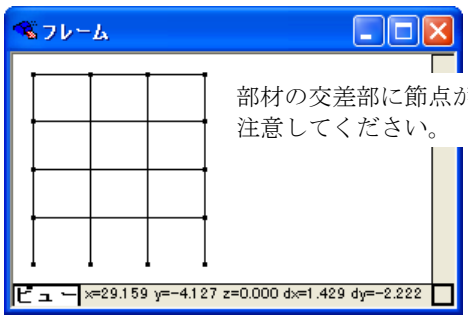
部材の交差

部材の交差コマンドを使うことにより、部材を自動的に細分化して、交差する部材を接続できます。構造物の中で交差する部材を接続するには、次に従います。

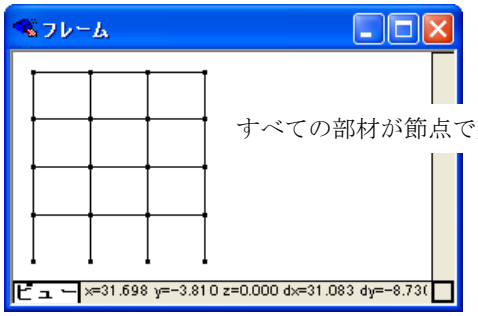
- **交差部分で結合する部材を選択します。**
- **作成メニューの特殊サブメニューから、部材の交差を選択します。**

端部同士が接続した複数の新規部材が生成され、選択された部材ごとに置き換わります。このコマンドは、連続する梁の生成、または角度つき筋かい挿入時の梁分割に特に便利です。

部材の交差コマンドを使うことにより、格子模様または立体建造物を素早く描画できます。建造物に含まれる梁または柱の連続する線は、交差する場所にかかわらず、最初に単体部材として描くことができます。

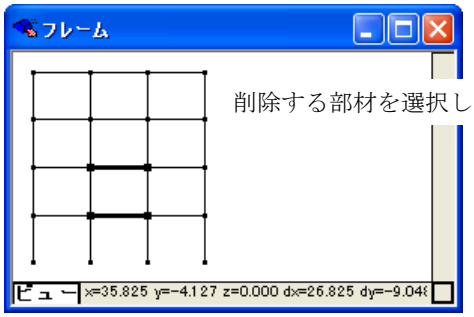


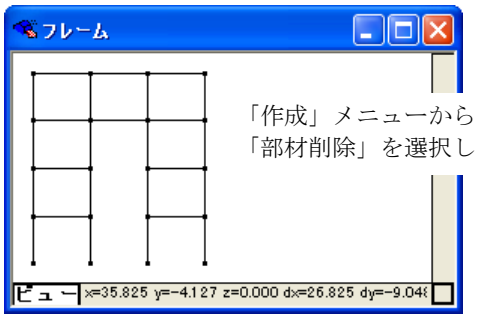
部材の交差コマンドを使って、すべての交差部材を節点で接続するように、モデル内にあるすべての部材を正しく細分化できます。



部材を削除する

- **削除すべき部材、または複数の部材を選択し、**
- **作成メニューから部材削除を選択するか、または、**
- **Delete （または Backspace）キーを押します。**





自動生成

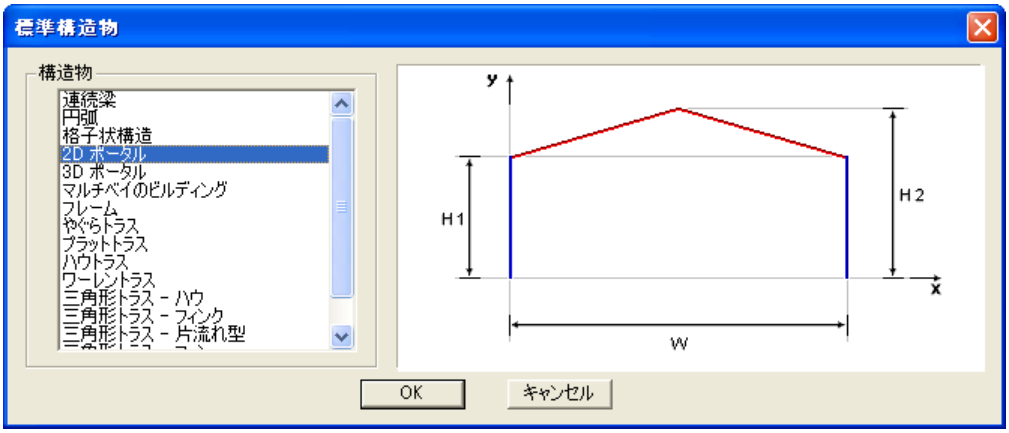
Multiframe は、通常よくある構造を自動生成する機能を持っています。自動生成の 4 つの機能は、高層ビルにあるような一般的な格間と高層のフレーム、傾斜屋根を持った多くのビルで使われる門型フレーム、連続梁、ドームなどの構造物です。

門型の生成

門型（ポータルフレーム）フレームを生成するには、

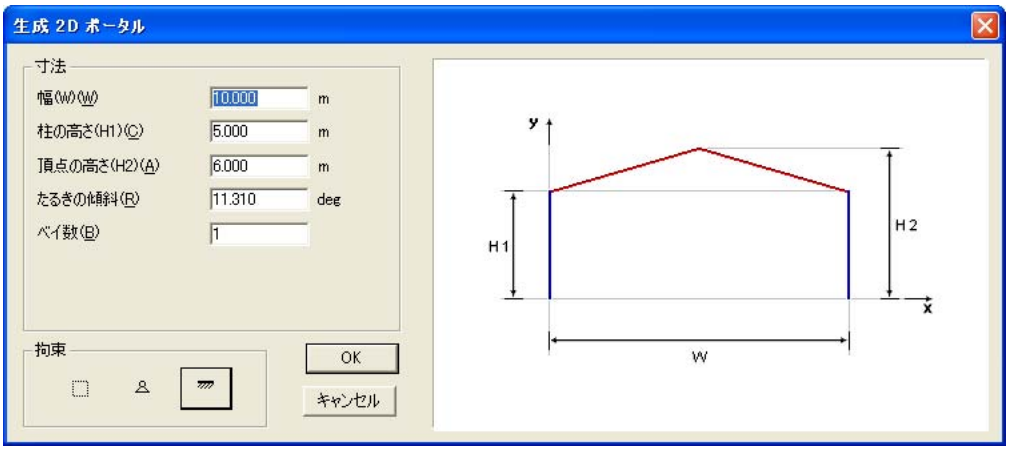
- **作成メニューから、生成...を選択します。**

ダイアログボックスが現れ、作成できる構造物のリストが表示されます。



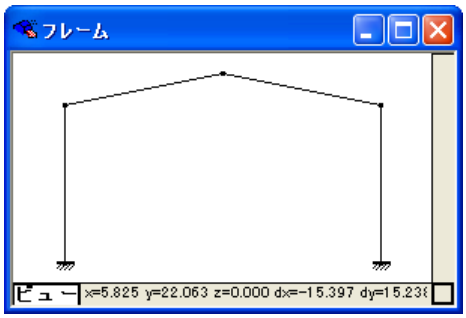
- **リストから門型フレームを選択し、OK ボタンをクリックします。**

ダイアログボックスが現れ、フレームの寸法を入力します。



- **フレームの幅、柱の高さ、たるきの傾斜度について数値を入力し、**
- **ベイ数を入力します。**
- **柱脚の節点拘束タイプを選択します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

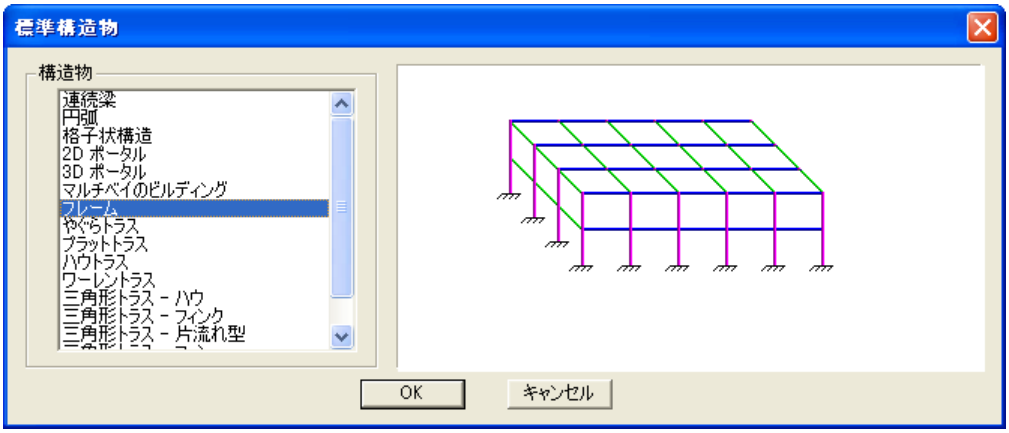
生成された門型フレームはフレームウィンドウに表示されます。



ラーメン構造の生成

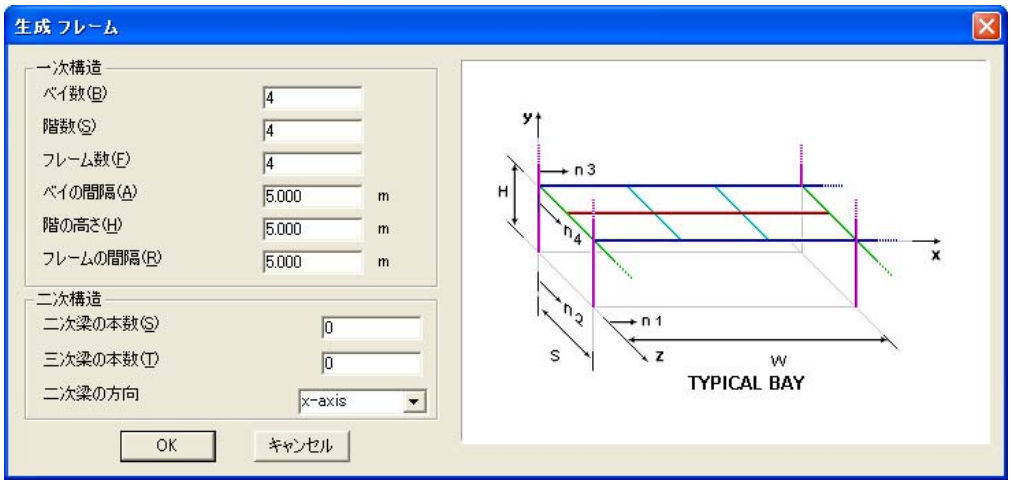
- **作成メニューから、生成...を選択します。**

ダイアログボックスが現れ、生成のアイコンが表示されます。



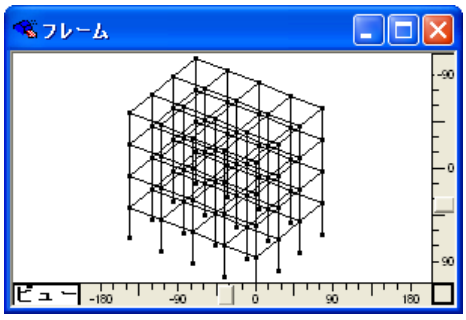
- **ラーメン構造のアイコンを選択し OK ボタンをクリックします。**

各方向への格子数を指定するダイアログボックスが表示されます。ベイは x 方向、階は y 方向、そしてフレームは z 方向に、それぞれ設定されています。

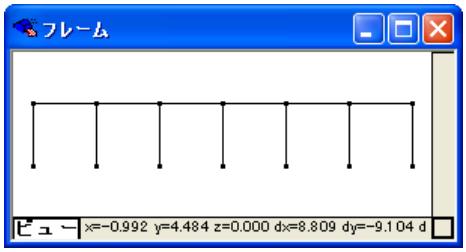


- **柱の格間の数、階数、それぞれの幅と高さの数値を入力し、**
- **フレームのベイにおける二次梁、三次梁の数を入力します。**
- **二次梁の方向を選択します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

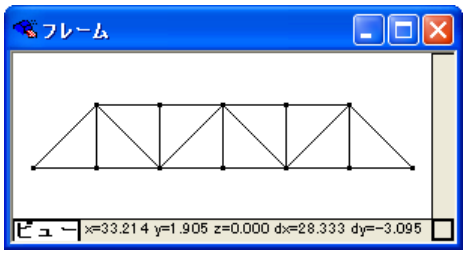
作成されたフレームは、下のようにフレームウィンドウに表示されます。



この機能は、ラーメン構造以外の構造を生成するときにも活用できます。例えば、トラス構造を生成する場合は、階数を 1、フレーム数を 1、ベイを任意の値に設定すると、トラス構造を生成するのに利用できる、下図のような構造が得られます。



これに、トラス構造に必要な他の部材を追加複製すれば、以下のようなトラス構造が簡単に生成できます。



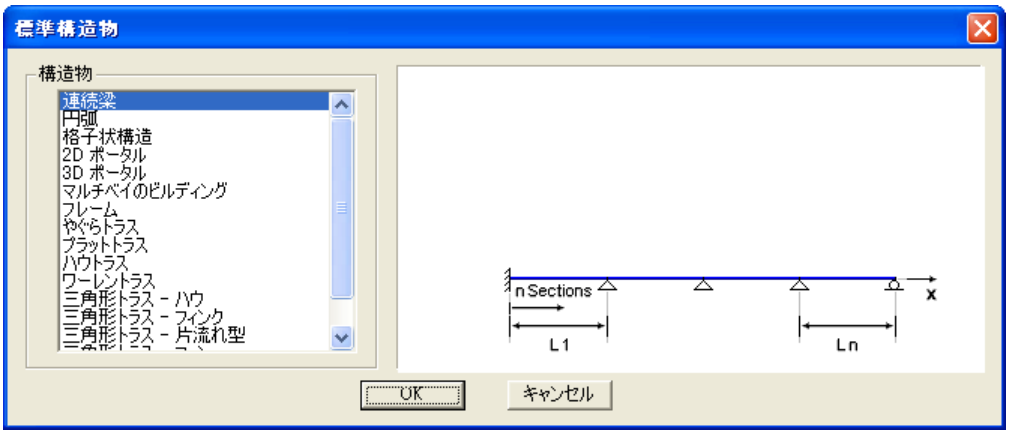
連続梁の生成

Multiframe では、いくつかの等分あるいは異なる長さで区分された連続梁を即時的に作成することができます。

連続梁を作成するためには、

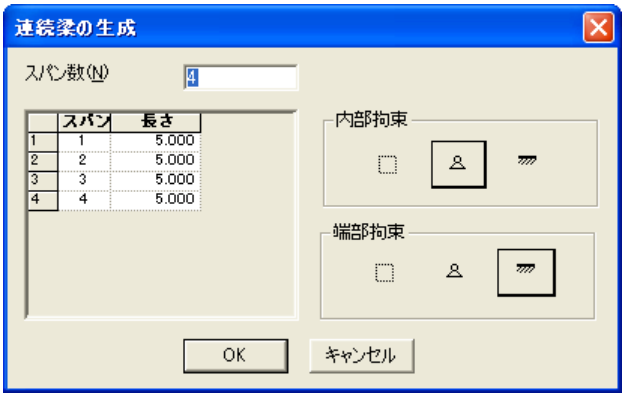
- **作成メニューから生成... を選択します。**

ダイアログボックスが現れ、生成のアイコンが表示されます。

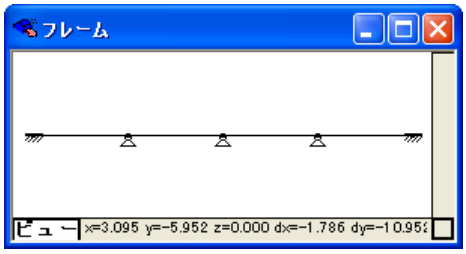


- **連続梁のアイコンをクリックし OK ボタンをクリックします。**

ダイアログボックスに表が表示されます。



- 梁におけるスパン数を入力し、
- Tab キーを押して表の最初の長さに移り、
- 下矢印キーを使って各幅の長さ（数値）を入力しつつ表に書きこみ、
- 連続梁を構成する内部の節点拘束を選択します。
- 連続梁の端部の節点拘束を選択します。
- OK ボタンをクリックします。



Multiframe では、設定した寸法で自動的に梁を作成していきます。

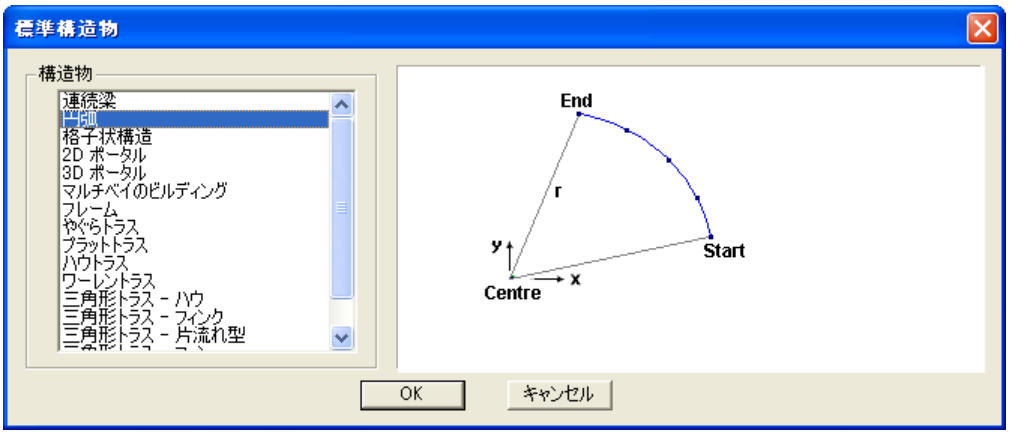
円形の部材の作成

Multiframe では、いくつかの短い直線の部材からなる 1 つの曲線部材に近似したものを作成することができます。

曲線上の部材を作成する場合は、

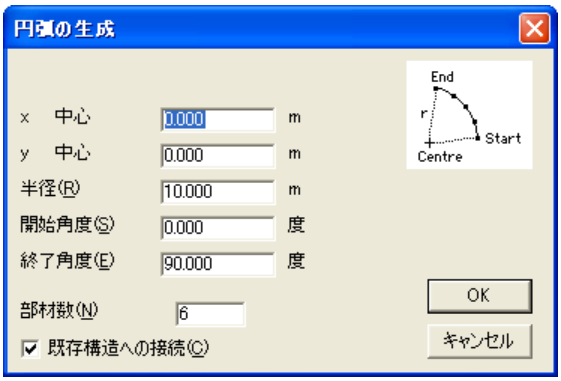
- 作成メニューから生成...を選択します。

ダイアログボックスが現れ、生成のアイコンが表示されます。

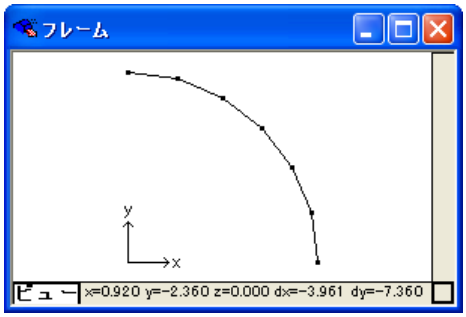


- 円形のアイコンをクリックし OK ボタンをクリックします。

ダイアログボックスが現れ、梁の角度と半径を入力する表が表示されます。



- **Tab キーを使って順番に円の中心の座標、半径そして角度を入力し、**
- **その曲線を近似させたい各部材の数値を入力し、**
- **OK ボタンをクリックします。**



Multiframe は、指定した寸法で複数の部材を自動生成します。円孤の方向はフレームウィンドウでの現行図によって決定されます。画面に対して垂直である軸に関して円孤が生成されますが、3 次元画面の場合、軸表示で黒くなっていない軸に関して生成されます。

通常は、新しい部材が構造の既存部材と接続するようになっていますが、接続したくない場合、ダイアログボックス下部にある既存構造への接続のチェックは外してください。

生成された曲線の正確さをテストするために、違う部材数で曲線を作成し、これが解析結果に及ぼす影響を調べると良いでしょう。

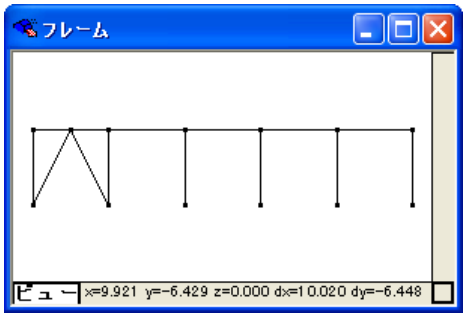
一定間隔のフレームを生成

Multiframe では、同じ形状を持つサブ構造が等間隔で構成された構造を即時的に作成することができます。典型的な例は、高層建築物やトラス、多数の門型フレームを持つ構造です。Multiframe は、円筒座標や球状の座標でも形状の複写を行うこともできます。

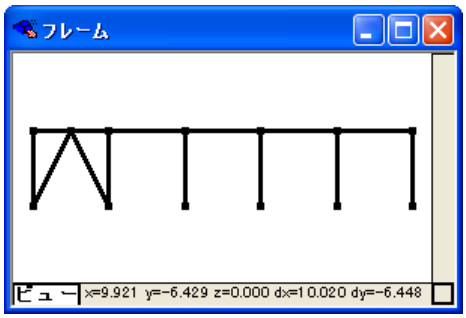
複製

構造を複写するためには、

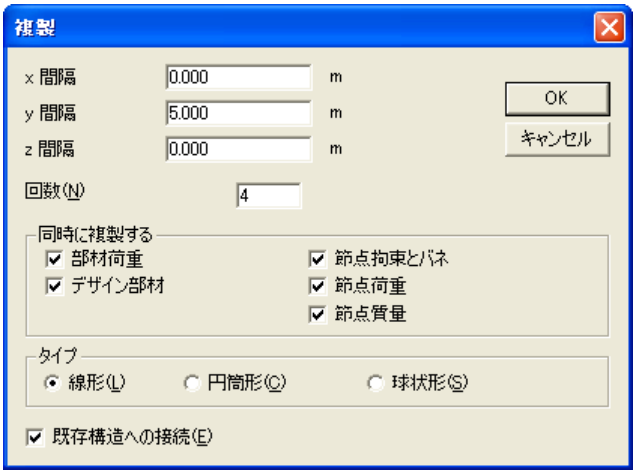
- **複写したいサブ構造物を描くか、または生成します。**



- **複写したいサブ構造を選択し、**

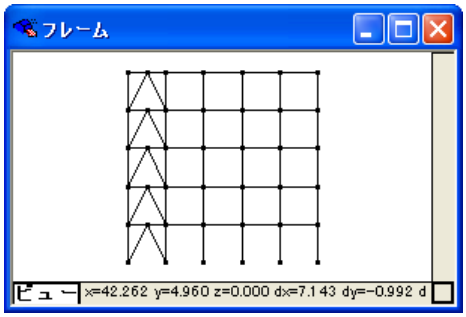


- **作成メニューから、複製...を選択します。**



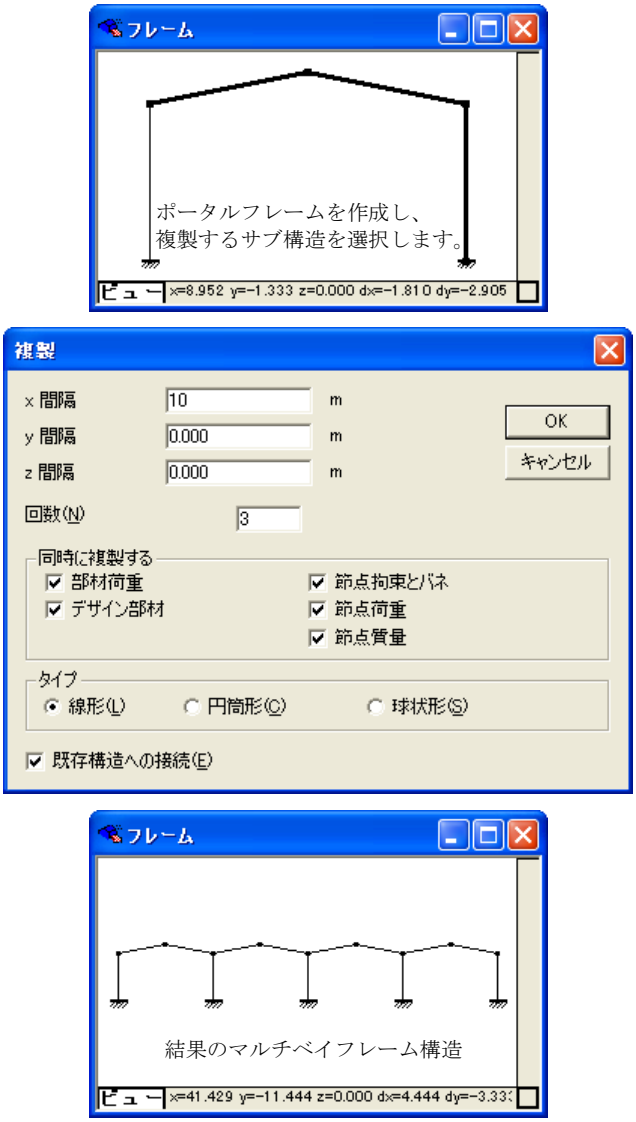
ダイアログボックスが現れ、複写のタイプ、各方向の間隔、複製の回数、そして既成の構造物と接続するかどうかを指定することができます。

- **複写の種類（線形､円同型、球状形）を選択し、**
- **サブ構造の水平、および垂直方向の間隔を入力し、**
- **サブ構造を複写したい回数を入力して、**
- **OK ボタンをクリックします。**



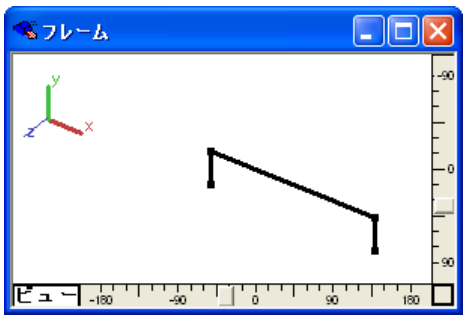
隣接する部品間と接続したくない場合は、ダイアログボックスの下にある既存構造への接続チェックボックスをオフにします。通常、このオプションはオンにしておいた方が良いでしょう。端部の節点同士が 5mm 以内接近していれば、作成された部材と既成の部材が接続されます。

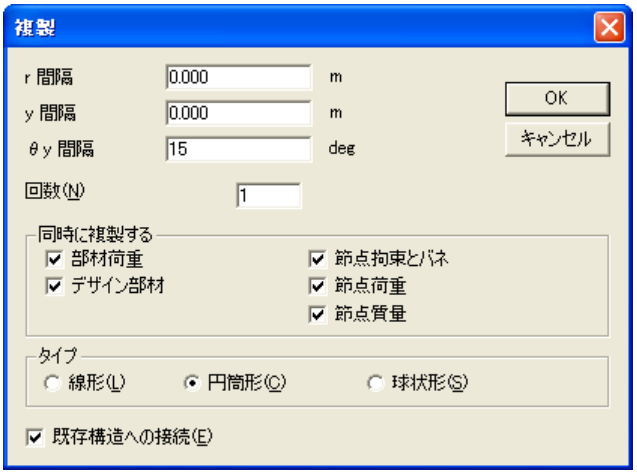
多数ベイを持つ門型フレームを作成する際の複製の使用例を下に示します。



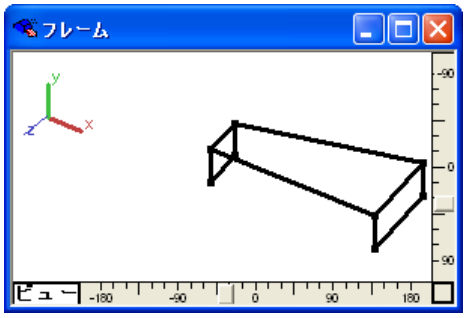
円筒座標

円筒座標を使って構造を自動生成する場合は、円筒形オプションを使います。これにより、y 軸の半径、y 軸の角度、または y 軸に沿った直線を複写します。例えば、円形の階段を生成する場合、1 つの段を半分描いてそれを複写して残りの半分を生成します。

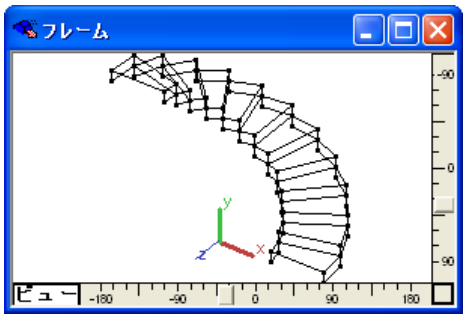




ここで部材を追加して階段の 1 段を作ります。



この 1 段を選択してそれを複写し、階段全体を作り上げます。



球状の座標

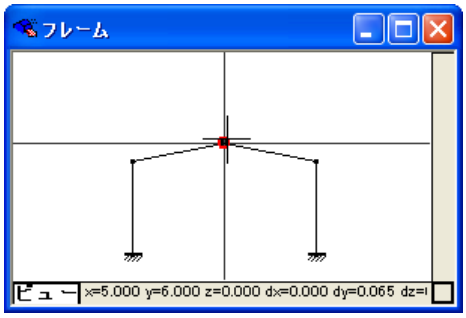
球状の座標で構造を生成したい場合は、球状形オプションを選択できます。これにより、原点からの半径、z 軸の角度、y 軸の角度を複写する間隔を設定することができます。例えば、球状の丸天井を生成するために、まず z 軸と平行に連続梁を描き、次に z 軸の角度を指定して複写し、丸天井を作成します。

節点を動かす

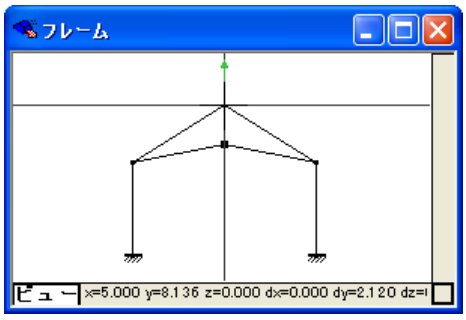
節点は、フレームウィンドウでのみ動かせます。節点を動かす前に、フレームでどの節点も選択されていないことを確認してください。

節点を動かすには、

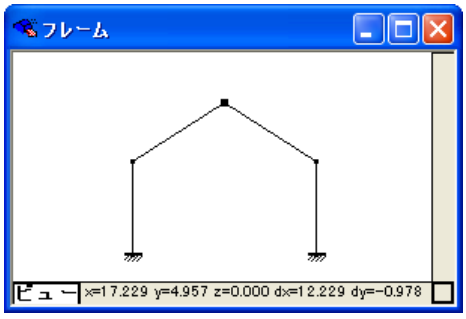
- 節点をポイントして、マウスボタンを押します。



- 節点の新しい位置までドラッグし、



- 新しい位置でマウスを放します。



ドラッグしながら Shift キーを押さえると垂直、水平、または 45° の方向にしか動かせません。ドラッグの最中にウィンドウ左下に節点の座標が表示されます。グリッドをオンにしていれば、節点はグリッドに合わせて動きます。

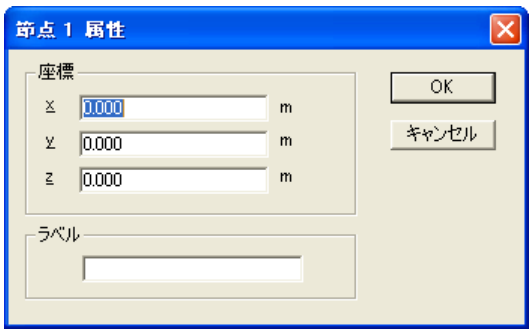
既存の部材上端部に節点をドラッグすると、Multiframe は共通の点で部材の間を接続します。

節点の座標を変更する

新しい座標値を入力して節点を移動する方法もあります。

- **節点をダブルクリックすると、**

節点の座標値を指定するダイアログボックスが現れます。



- **座標の新しい数値を入力して**
- **OK ボタンをクリックします。**

節点座標は、データウィンドウ内の節点表からも変更することができます。

節点の追加

部材を描くと節点はモデルに自動的に追加されるので、通常はフレームに個別の節点を加える必要はありません。しかし、指定場所に節点を加えて、その節点に接続される部材を後から描く方が便利な場合があります。モデルに新たに節点を加えるには、次に従います。

- **作成メニューの特殊サブメニューから、節点の追加...を選びます。**

新しい節点の座標および属性を入力するためのダイアログボックスが表示されます。

- **座標の値を入力します。**
- **オプションで、節点のラベルを入力します。**
- **節点の種類を選択します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

正しく入力してダイアログを閉じると、新しい節点がフレームの指定位置に追加されます。

節点の整列

節点には、それぞれの位置を表す座標が指定され、座標の設定によって節点を整列できます。節点を整列するには、次の手順に従います。

- **フレームウィンドウで、整列する節点を選択します。**
- **作成メニューの特殊サブメニューから、節点の整列...を選択します。**

節点の整列ダイアログが開き、ウィンドウ内で座標を設定することにより、特定の軸に合わせて節点を整列できます。

- **節点を整列する軸を選択します。**
- **新しい座標の値を入力します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

ダイアログを閉じると、新しく設定された値に応じて、選択したすべての節点が特定にの軸に整列します。

複数の節点を動かす

Multiframe では、マウスのドラッグ、あるいは、移動する距離を入力することによって、複数の節点を一緒に動かすことが可能です。

マウスで複数の節点を移動するには、

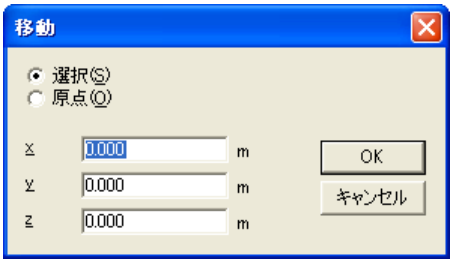
- **移動したい節点を選択し、**
- **選択した節点にポイントしてマウスボタンをクリックします。**
- **節点を新しい位置にドラッグし、**
- **マウスボタンを放します。**

Multiframe は、節点をドラッグした後、共通の端点を持つ部材を接続します。Shift キーを押したままドラッグすると水平、垂直、または 45 度にしか移動できません。ドラッグしている間、ウィンドウ左下にポインターの座標が表示されます。グリッドがオンになっている場合、節点の移動はグリッドの間隔に合わせて移動します。

数値の入力により節点の位置を変えるには、

- **移動する各節点を選択し、**
- **作成メニューから移動...を選択します。**

節点を移動する各方向の距離を設定するためのダイアログボックスが現れます。原点ではなく、選択した節点を動かすことを示す選択ボタンが選択されています。



- 節点を移動する各方向の距離を入力し、
- OK ボタンをクリックします。

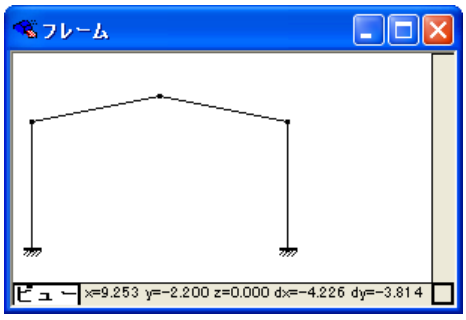
Multiframe は、このコマンドを使って重なった節点同士を接続します。このコマンドを使って 1 つの節点を動かすこともできます。それにはこのコマンドを使う前に 1 つの節点を選択するだけです。

部材 1 つを動かす

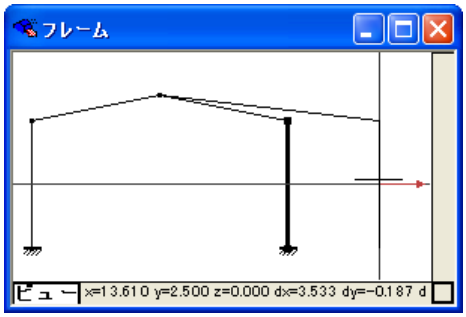
部材を動かせるのはフレームウィンドウでのみです。動かす前に、フレームでどの部材も選択されていないことを確認してください。

部材を 1 つ動かすには、

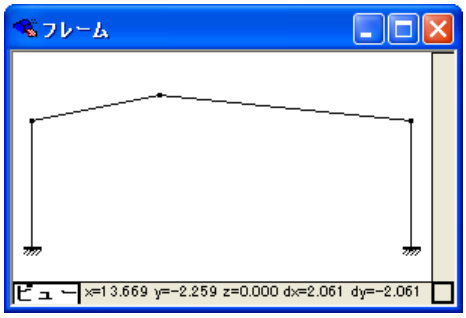
- 部材上の各端部から離れた所にポイントして、マウスボタンを押します。



- その部材を新しい位置までドラッグし、



- マウスボタンを放し、部材の新しい位置を確定します。



部材を動かしても、長さと傾斜度は変化しません。

ドラッグしながら Shift キーを押えると垂直、水平、または 45° の方向にしか動かせません。ドラッグの最中、ポインターの座標がウィンドウ左下に表示されます。グリッドをオンにしてある場合、ポインターを動かすと、部材はグリッドに合わせて移動します。

Multiframe は、節点をドラッグした後、共通節点を持つ部材を接続します。

部材の接続解除

フレームの一部を移動するとき、残りの構造からフレームの一部の接続を解除する必要のある場合があります。モデルから部材の接続を解除するには、

- **フレームから接続を解除する部材を選択します。**
- **作成メニューから特殊サブメニューを選択し、部材の接続解除を選択します。**

このコマンドは、選択された部材の残りのモデルに接続するすべての節点において新規の節点を作成します。これらの新規節点を使い、フレームから切り離された部分の形状を定義します。

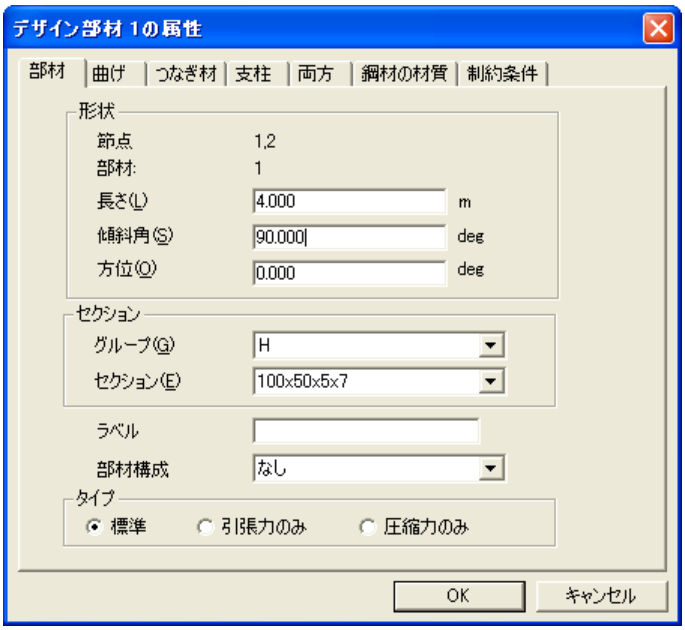
部材の再サイズ

フレームウィンドウで部材の長さ、傾斜度を変えるためには、新しい数値を入力します。

部材の長さ、傾斜を変えるには、

- **部材をダブルクリックします。**

ダイアログボックスが現れて、部材名、節点の両端番号、セクションタイプ、長さ、傾斜、方位を表示します。



- **変更したい属性に新しい数値を入力し、**
- **OK ボタンをクリックします。**

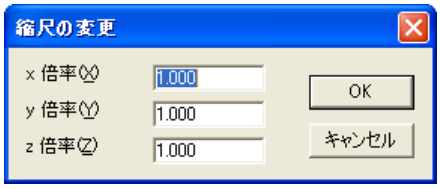
節点 1 は元の位置に残り、節点 2 は入力された長さと傾斜に合わせて移動されます。

構造物を再縮尺

作成メニューの縮尺の変更...を使って、フレームウィンドウで選択した各節点の縮尺を新しくすることができます。このコマンドは、構造全体、または一部の比率を変更したい時など、構造の形状を検討するときに便利です。

- **縮尺を変更する構造箇所を選択し、**
- **作成メニューから、縮尺の変更...を選択します。**

ダイアログボックスが現れ、各軸方向の縮尺係数を表示します。



- **x、y、z 各方向の縮尺を入力し、**
- **OK ボタンをクリックします。**

縮尺の変更は、x、y、z 軸の原点に対して行なわれるので、縮尺変更の前に移動...コマンドを使って原点を移動し、縮尺変更が正しい地点から行なわれることを確かめます。座標は、元の数値に縮尺係数を掛け算することにより縮尺変更されます。例えば、x＝2、y＝2、z＝2 という座標を持つ節点が、x、y、z 各方向にそれぞれ 1.5、2.0、3.0 という縮尺係数で変更されると、x＝3、y＝4、z＝6 という新しい位置に移動します。

注意：「-1」という縮尺係数を使うと、それに該当する軸方向に関し選択された節点にミラー反転されます。

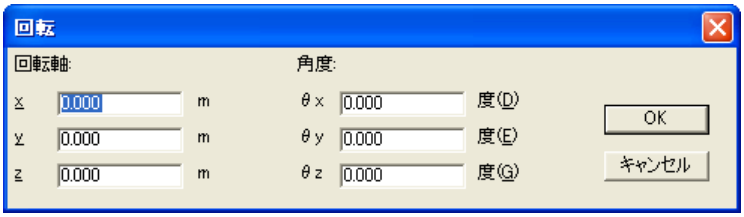
このコマンドを使って重ね合わせた節点が接続されることはありません。

部材を回転する

作成メニューの回転...を使って、フレームウィンドウで指定した節点を回転させることができます。

- **回転させたい部分を選択し、**
- **作成メニューから、回転...を選択します。**

ダイアログボックスが表れて回転原点と回転角度が表示されます。



- **回転させたい軸の座標を指定し、**
- **その軸の回転角度を入力します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

回転は指定した座標の軸に対して行います。例えば、z 軸に平行して x＝10、y＝20 という点を通る線を中心に構造を 30 度回転させたいとします。まず、構造全体を指定して、それから回転ダイアログで x＝10、y＝20、z＝0、φx＝0、φy＝0、φz＝30 を入力します。

Multiframe では、このコマンドを使って重ね合わせた節点が接続されることはありません。

Multiframe で行われる回転は、1 回につき 1 方向に限られます。従って、ダイアログボックスで行える角度の指定は、1 つのみとなります。

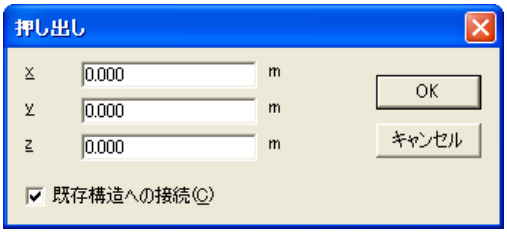
梁、柱の押し出し

既存のフレームに梁または柱を追加したい場合、マウスを使う以外に押し出し...を使う方法があります。これを用いて既存の節点から、好きな軸方向に部材を投出することができます。例えば、床の平面図を描いて柱を上に押し出したり、壁のフレームを描いて梁を横に押し出したい場合に便利です。

フレームから部材を押し出すには、

- **押し出したい節点を選択し、**
- **作成メニューから押し出し...を選択します。**

押し出したい部材の寸法と方向を入力するダイアログボックスが表示されます。



- **任意の方向と押し出したい部材の長さを入力し、**
- **OK ボタンをクリックします。**

既存構造への接続チェックボックスをチェックしたままにしておくと、Multiframe は、指定した節点と押し出した部材を接続します。また、押し出された部材と既存部材の両端との間隔が 5mm 以内であれば接続します。

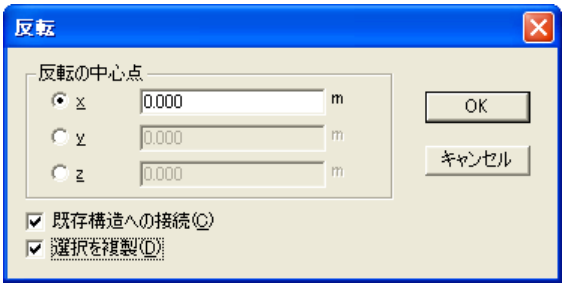
部材の反転

1 つまたはそれ以上の対称軸を中心にした構造物を作成したい場合、反転コマンドですでに描いたフレームを反転させます。

この機能を使うには、

- **反転したい部材を選択し、**
- **作成メニューから、反転を選択します。**

ダイアログボックスが現れ、反転の方向および反転を行う面の座標を入力します。



- **反転を行う平面のラジオボタンを選択し、**
- **軸に沿った平面の位置を入力します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

既存部材への接続チェックボックスをチェックした場合、Multiframe は自動的に選択した節点と反転した節点間の接続を作成します。

選択を複製チェックボックスをチェックした場合、選択された部材が複製されます。このボックスが選択されていない場合、既存の部材が移動されます。

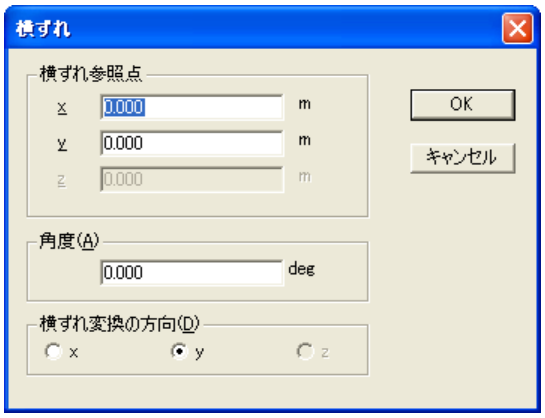
部材の横ずれ

橋のデッキ等、横にずれた形を持つ構造物を設計したい場合、横ずれコマンドを利用して長方形の構造を横ずれにした形状に変換ができます。

構造物のある部材のグループを横ずれしたい場合には、

- **横ずれにしたい部材を選択し、**
- **作成メニューから、横ずれを選択します。**

ダイアログボックスが現れ、横ずれ角度の参照原点、横ずれの方向および横ずれ角度を入力します。



- **OK をクリックし、部材を横ずれします。**

数値での座標編集

Multiframe では、構造における節点の位置を、図面上ではなく数値で変更することができます。このオプションは、設計後の構造の座標の微調整に有効です。

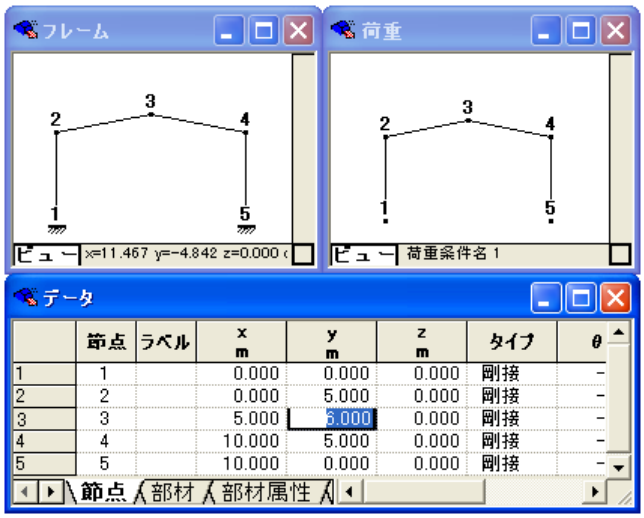
構造内の節点は、それぞれ 1 つずつ番号を持っています。これらの番号をフレーム､荷重､プロットウィンドウに表示するには、表示メニューのシンボル...を選択し、節点番号チェックボックスをチェックし、OK をクリックしてください。

各座標値はデータウィンドウで各数値を入力する、またはフレームウィンドウで節点をダブルクリックすることにより変更できます。各座標を入力する際、ウィンドウメニューの編集レイアウトを使うと、操作するにつれて起こる構造に対する変化を見ることができます。

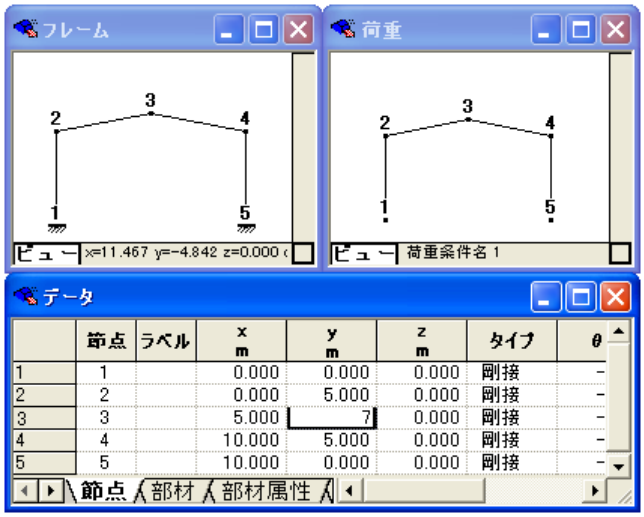
座標は、データウィンドウの表に表示されています。表内のコラムの幅を変えるには、コラム間の縦線をドラッグします。文字のフォントとサイズは、ビューメニューからフォント...を選択して変更してください。同様に、ビューメニューの数値...を使うことにより、表に示された数値の表示形式を好きなように設定できます。

１つの節点座標を変更するには、

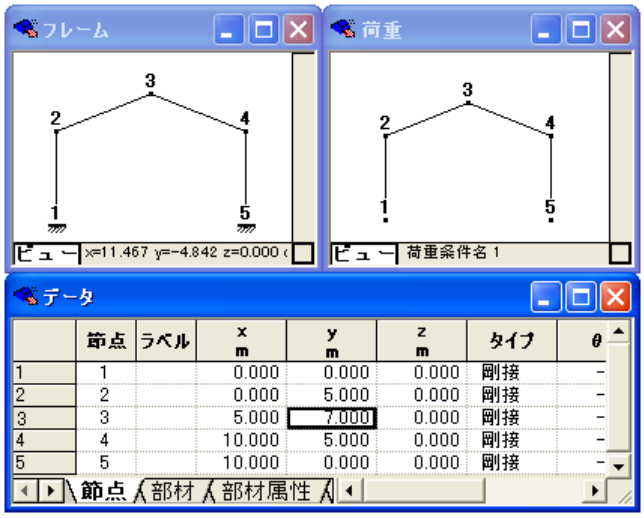
- **データウィンドウが一番手前にあることを確認し、**
- **変更したい座標上をクリックします。**



- その座標の新しい数値を入力し、



- **Enter** キーを押します。または、フレームまたは荷重ウィンドウをクリックします。



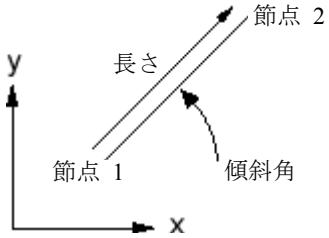
以上の変更を反映して、フレーム、荷重ウィンドウで構造が再描写され表示されます。同構造の他の節点にもこの工程を繰り返すことができます。Tab キーと Return キーまたは矢印キーを使って、ハイライトする箇所を数字から数字へ移動したり、変更したい数字をクリックします。

注意 : 1 つの節点座標を変更して別の節点の座標と一致しても、その節点で部材が接続することはありません。部材が接続されるのは、フレームウィンドウで、1 つの節点から別の節点のところにドラッグされたときだけです。

フレームウィンドウで節点にダブルクリックすると、節点座標を変更するためのダイアログを表示します。

1 つの節点の位置を変更すると、それに連結するあらゆる部材の長さと傾斜角が変わってきます。構造における部材の長さと傾斜角は、直接変更できます。部材の長さと傾斜角は、表示メニューのデータサブメニューから部材を選ぶことによって表示されます。

変更したい数値をクリックして新しい値を入力します。フレーム、および荷重ウィンドウにおける図面は、変更を反映して新しく描かれます。部材の傾斜角は、下の節点を通る水平面の 0° から計った正の角度で計られます。節点 1 を前または右から見ると、水平または傾いた部材では一番左端の節点になり、垂直の部材では最も底に来る節点ということになります。



また、フレームウィンドウで部材をダブルクリックすると表示されるダイアログボックスに新しい数値を入力することによって、部材の長さや傾斜角を変更することができます。

部材の長さを変える場合には、節点 1 は固定され、節点 2 がその部材に求められる長さになるよう移動します。傾斜度は変わりません。同様に、部材の傾斜角を変える場合には､節点 2 が移動し、節点 1 は部材の長さを変えずに同じ位置に残ります。

節点番号と部材番号

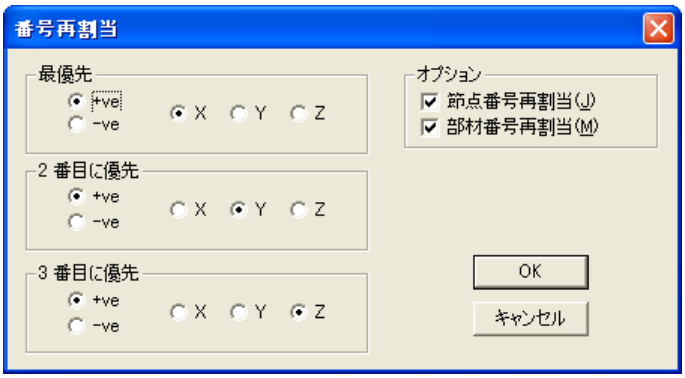
Multiframe は生成された節点と部材に対して、自動的に番号を割り当てていきます。作成メニューの番号再割当... コマンドを使うと、Multiframe によって割り当てられた番号を編集することができます。

番号の再割り当ては、節点の座標によってソートすることで実行されます。ソートの 3 つの順番は、番号の再割り当てに使用されます。「最優先」で指定された方向に沿って節点番号は最初にソートされます。すべての節点が「最優先」に指定される同じ方向にある場合、「2 番目に優先」の方向でソートされます。すべての節点が、「最優先」、「2 番目に優先」の両方に同じ方向である場合、「3 番目に優先」の方向でソートされます。

3 次元において、「最優先」に指定された方向に垂直な平面上にあるすべての節点がまずソートされます。2 番目のソートでは、それらの平面上の節点が「2 番目に優先」のソート方向に垂直なライン上でソートされます。3 番目のソートでは、それぞれの平面上にあるライン上のそれぞれに沿った節点に従って単純にソートされます。

番号の再割り当てを行うには、

- **作成メニューの番号再割当... を選択します。**



- **最優先、2 番目に優先、3 番目に優先のソート方向を選択します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

解析を実行した後に番号の再割り当てを行った場合、解析結果は新しい番号を使用して表示されますが、解析計算の結果には影響しません。

表示メニューのシンボル... を使うと、画面上に表示されている構造上に、部材番号と節点番号をそれぞれ表示させるかどうかを設定することができます。

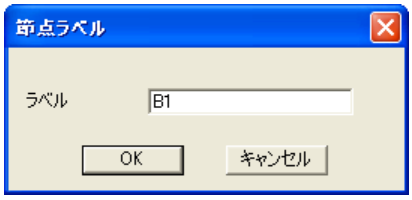
節点ラベルと部材ラベル

構造内の節点と部材に 15 文字以内の文字列を付ける事ができます。このようなラベルは階ごとやグリッドごとの配置の指示をしたり、セクションタイプの種類を表示したり、あるいは自動的に割り当てられた構造物の節点番号、部材番号と違った番号を付けるような場合に使います。

節点や部材にラベルを付けるには、

- **ラベルを付けたい節点あるいは部材を選択し 、**
- **フレームメニューから、節点ラベルあるいは部材ラベルを選択します。**

ダイアログボックスが現れてラベルの入力ができます。



- **ラベルのテキストを入力し、**
- **OK ボタンをクリックします。**

描画ウィンドウで節点番号、部材番号を表示したい場合、表示メニューのシンボルコマンドを利用して節点ラベル、部材ラベルを選択します。

拘束

構造物は充分に拘束を受けた状態で解析されなければなりません。最低必要条件は、構造を X、Y、Z 方向それぞれの動きに対して拘束することであり、不安定なピン構造であってはいけません。

構造の拘束を指定するには、まず拘束する節点を選択し、次に適した拘束タイプを選択します。拘束とは、変位のないの拘束やバネ拘束になります。節点は、拘束、バネ支点のいずれかを持っており、それぞれ自由度がありますが、これらの組み合わせはありません。つまり、節点は「垂直の拘束と水平のバネ支点」は持ち得ますが、「水平の拘束と水平のバネ支点」や「垂直の拘束と垂直のバネ支点」を持ち得ることはありません。

ある節点に定義されているすべての拘束とバネ支持が各節点の部材座標系に指定されます。部材座標系は通常、全体座標系と同様ですが、下記で説明されるように節点方位コマンドの使用によって変更することができます。

変位量がゼロではない規定変位の指定に関しては、下記の荷重項を参照してください。

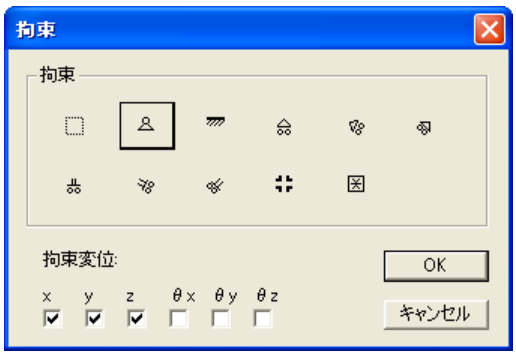
節点での拘束やバネ支点を変更するには、拘束やバネアイコン（節点自体ではなく）にダブルクリックして行います。

節点拘束

拘束を節点に指定するには、

- **拘束する 1 つ、 または複数の節点を選択し、**
- **フレームメニューから、節点拘束...を選択します。**

ダイアログボックスが現れて拘束の種類がアイコンで表示されます。



- **適切な拘束のアイコンをクリックし、**
- **OK ボタンをクリックします。**

拘束なしのアイコン（左から 1 番目のアイコン）を選択すると、選択した節点からすべての拘束が取り除かれます。他のどのアイコンを選択しても、選択した節点からあらゆる拘束やバネ支点などが取り除かれ、選択した拘束に置き換わります。

可能性のある拘束がそれぞれアイコンによって表示されます。アイコンをクリックすると、ダイアログ下段のチェックボックスが、そのアイコンを選択した場合に受ける拘束の自由度を表示します。

直接チェックボックスをクリックすることによって、どのように拘束したいかを選択することができます。こうして選択した拘束の組み合わせが標準アイコンリストの中になければ、特別な拘束アイコン（アイコンリストの最後）が表示されます。

フレームに拘束を追加した後、フレームウィンドウの拘束アイコンをダブルクリックすることによって拘束の属性を変更することができます。また、データウィンドウの拘束データ表で拘束の自由度を個々に編集することもできます。

バネ支点

バネ支点を節点に接続するには、

- **バネによって支持される節点を選択し、**
- **フレームメニューから、節点バネ...を選択します。**

バネ支点の種類を示すアイコンが表示されたダイアログボックスが表示されます。

- **バネが働く方向を示すアイコンをクリックし、**
- **バネ係数を入力し、**
- **バネの座標系を選択し、**
- **バネのタイプを選択します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

バネなしアイコン（一番左のアイコン）を選択すると、選択した節点からすべてのバネ支点が取り除かれます。他のアイコンを選ぶと、選んだ節点から同じ条件の拘束または規定変位が取り除かれ、バネに起き換わります。各回転バネのアイコンは、3 次元図面でその中心を通る軸を持っており、回転剛性を出す方向を表示します。

部材座標系に働くバネ支点はそれらが作用する節点の部材座標系に従います。

バネ支点は引張もしくは圧縮のみとして定義することもできます。バネの挙動は線形ではなくなり、引張のみ/圧縮のみの影響を考慮した非線形解析がバネのこれらのタイプを正しくモデル化します。すべての他の解析においては、バネ支点が引張/圧縮のみの影響を持たない、標準のバネとして扱われます。

ある節点に定義されているすべての拘束、バネと規定変位は、各節点の部材座標系に指定されます。部材座標系は通常、全体座標系と同様ですが、下記で説明されるように節点方位コマンドの使用によって変更することができます。

フレームにバネ支点を定義した後、フレームウィンドウのバネアイコンをダブルクリックすることにより、属性を変えることができます。また、データウィンドウのバネデータ表で個別のバネの値を編集することができます。

数値での拘束変更

データウィンドウでバネ支点と拘束のデータ表を表示し編集することができます。表示メニューのデータサブメニューを使うことにより、どの表を表示するかをコントロールすることができます。

拘束やバネ支点の数値を変えるには、

- **変更したい数値をクリックし、**
- **新しい数値を入力し、**
- **Enter キーを押します。**

データウィンドウで数値を編集する際、スクロールバーを使って、縦横にスクロールしながら、変更したい数値をまず見つけてください。また、Enter を押す他、Return、Tab、矢印キーを使って、別の数値に移ることもできます。

カラム間の線をドラッグすることにより、カラムのサイズを変えることもできます。データウィンドウが一番前にある場合には、ビューメニューからをフォント...,を選択し、データ表で使われる文字のフォントとサイズを変えることができます。また、データウィンドウが一番前にある場合に、ビューメニュー の数値...や単位...で、表示される数値の表示形式を編集することができます。

また、拘束を変更したい場合、節点での拘束アイコン（節点自体でなく）をダブルクリックして行います。

グループ化

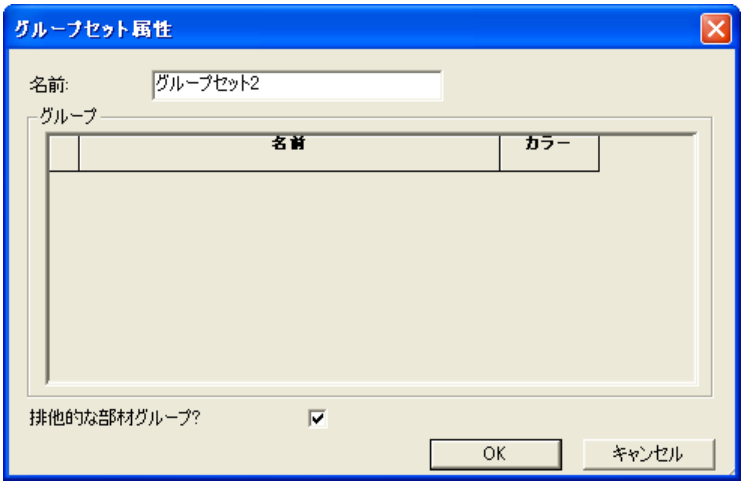
Multiframe では、部材を任意のグループにまとめることにより、フレームの中でそれらを容易に選択して識別できます。Multiframe では、グループ化は階層的に行われ、グループのセット（グループセット）に編成できます。これにより、グループを共通のカテゴリに基づいてセットにすることが可能です。たとえば、建物のフロアを定義するために使用するグループは、フロアグループのセットに編成できます。

グループセット

グループセットにはグループのリストが含まれており、共通の基準によってグループを論理的にまとめるための手段となります。グループにおける部材のグループ化は、部材をグループセット内の単一グループと関連付けるように設定できるので、部材はそのセット内の単一グループ専用の部材となります。既定では、すべてのフレームに単一のグループセットが含まれます。

ユーザインタフェースの中では、単一のグループセットのみをいつでもアクティブにできます。どのグループセットをアクティブにするかは、グループメニューの現在のグループセットから選択します。または、グループツールバーからも同様に選択できます。新規グループセットがモデルに加わると、現在のグループセットとして設定されます。グループセットを追加するには、次に従います。

- **グループメニューから、グループセットの追加...を選択します。**



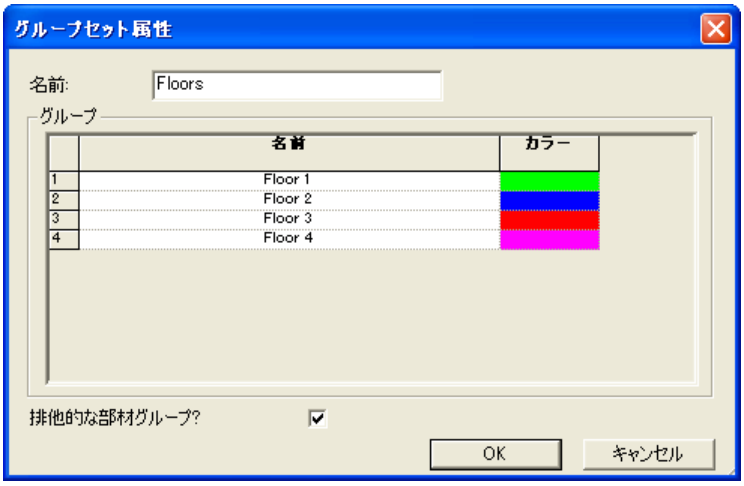
- **グループセットの名前を入力します。**
- **部材をグループセットの単一グループに含むことのみ可能な場合は、排他的な部材グループ?チェックボックスを選択します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

現在のグループセット内のグループは、グループカラーを使って部材を描くように選択することで、フレームウィンドウ内に表示できます。グループ化された要素は、すべてそれらが含まれるグループのカラーで表示されます。グループ化されていない部材は、いずれも黒で表示されます。グループカラーを使って部材を描く選択は、シンボルダイアログで指定します。

グループセットは、名前、部材の排他性、セットに含まれるグループのプロパティを変更するために編集できます。グループセットは、次のように編集します。

- **グループメニューから、グループセットの編集...を選択します。**

グループセット属性ダイアログが開きます。このダイアログには、現在のグループセットに含まれるグループにリスト、セットに含まれるグループの属性が表示されます。

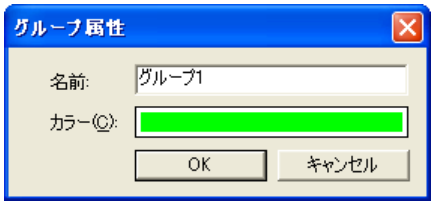


グループ

グループは、部材および節点の任意のリストを定義します。このリストによって、グループ化された部材または節点と相互を対話的に扱うことをシンプルに選択できます。各グループには、グループを識別する名前とカラーがあり、これらはユーザにより設定できます。排他的な部材のグループ化を使って、グループがグループセットに含まれる場合は、そのグループの部材は同じセット内の別グループに属することはできません。

部材のグループは、次のように作成します。

- **いずれかのグラフィカルな表示または部材の一覧表で、グループとなる部材を選択します。**
- **グループメニューから、グループの追加を選択します。**



- **グループの名前を入力します。**
- **グループと関連付けられるカラーを選択します。カラーフィールドをダブルクリックすると、カラー選択ダイアログが開きます。**
- **OK ボタンをクリックします。**

グループカラーを使って部材を表示する場合は、グループと関連付けられたカラーを使って選択された部材が表示されます。グループのプロパティは、グループ設定ダイアログの表から編集できます。

グループに含まれる節点および部材は、凡例を使って選択できます。

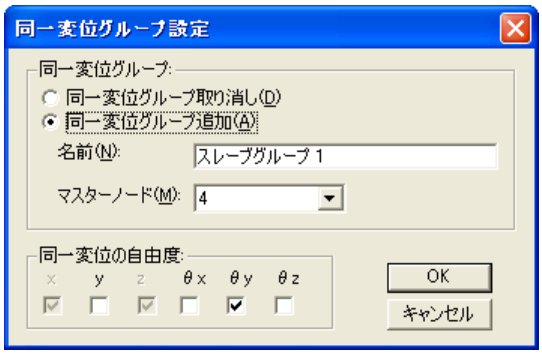
同一変位グループ設定（剛床仮定の取り扱い）

Multiframe では、静的 または 動的な荷重に対して、複数の節点が同じ動作をするように、それらの節点を剛性で結合する（リンクする）ことができます。こうすることで、床スラブなどの剛構造を扱うことができるようになり、また同時に、剛性マトリックスのサイズを大幅に小さくできるため、システムメモリの使用を節約し、解析にかかる時間の短縮にも貢献します。

節点は、自由度ごとにリンクされます。すなわち、ある方向への動作は同期にするが、ある方向へは各々自由に変位する、といったリンクを行うことが可能です。例えば、床スラブなどの剛構造において、x 方向、 z 方向への変位、そして θ y 方向への回転変位についてのみリンクすると、床構造の曲がりを考慮しながら、剛構造として移動変位と回転変位をシミュレートすることができます。回転自由度をリンクするとき、Multiframe では、回転面での剛体変位を実施するために相当する変位の自由度を自動的に選択します。

複数の節点を剛体としてリンクするには、

- フレームウィンドウで、リンクしたい節点を選択します。
- フレームメニューから、同一変位グループ設定... を選択します。

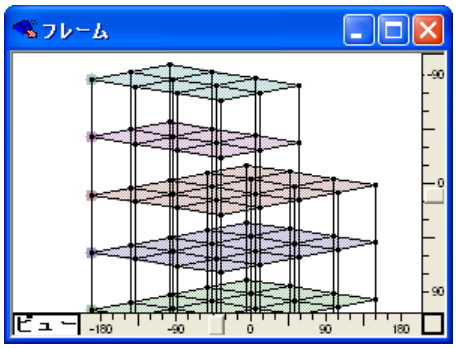


- マスターノードを選択します。

ほとんどの場合、Multiframe が選択したデフォルト設定のマスターノードが適切です。2 つ以上の同一変位節点グループが交差する場合のみ、マスターノードを両方のグループに存在する節点に変更する必要があります。

- グループ名を入力し、リンクされる自由度を設定します。

フレームウィンドウでは、リンクされた節点が作り出す領域は、斜線表示されます。各同一変位グループのマスターノードも大きな黒い丸で強調表示されます。



リンクされた節点のグループを編集するには、フレームウィンドウで塗りつぶしてある部分をダブルクリックして行います。

リンクされた節点は、データウィンドウでデータ表として表示もできます。表示メニューのデータサブメニューから同一変位節点を選択するか、データ表の下にある同一変位節点タブを選択することで表示します。マスターノードに相当する列は太字で表示されます。

同一変位グループ設定における節点のリンクは、全体 XYZ 座標に対して設定され、例えば、X 方向に対して、2 つ以上の節点をリンクすると、それらは X 方向に対して完全に同じ挙動を示すようにグループ化されます。

同一変位節点と、同一変位節点に適用された拘束あるいは支持に対して、下記の制限があります。

- **節点は、複数の同一変位節点のグループに属することがありますが、交差するグループのマスターノードが同じ節点であることが必要です。**
- **規定変位の同一変位節点への適用はマスターノードに対してのみ行ないます。**
- **マスターノードに同一変位の自由度の拘束を適用しなければなりません。**
- **同一変位節点グループの同一変位自由度の方向の反力はマスターノードで計算されます。**

フレームが上記のルールに準拠するかどうかは、フレームの解析を開始するときに行なわれます。

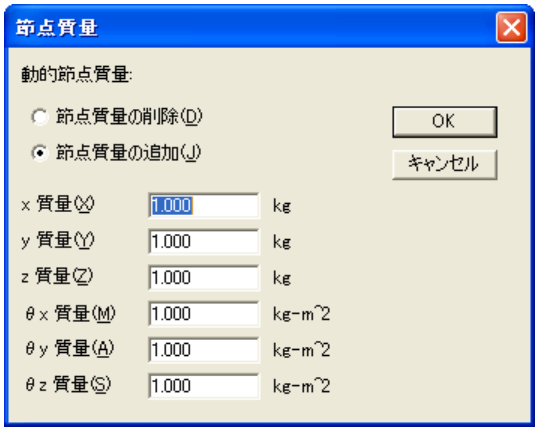
同一変位グループにおいて供にリンクされた節点は、選択メニューの同一変位グループコマンドで選択されます。Multiframe の ver.8.6 からは、節点が同一変位グループであるとき選択される部材も、同一変位グループとして記憶されます。それら部材は同一変位グループ節点の選択コマンドを実行したときにも選択されます。

節点質量

Multiframe 4D で動的解析を行う際、構造の慣性力に影響を与えるような設備荷重があるときは、節点における集中質量を設定することで、その影響を解析に含ませることができます。フレームメニューから節点質量... を選択し、構造内の各節点における追加質量を定義します。

節点における集中質量を追加するには、

- **節点を選択します。**
- **フレームメニューから、節点質量を選択します。**



- **全体座標の各軸方向に対する質量の値を入力します。**

既に設定した質量を削除したい場合は、その節点に対して、ダイアログボックス内の節点質量の削除を選択します。

部材質量

Multiframe 4D で動的解析を行う際、部材質量を含ませるかどうかを設定することで、慣性力のシミュレーションへの影響の有無を部材ごとに設定します。フレームメニューから部材質量コマンドを選択し設定します。

部材質量の影響を設定するには、

- **部材を選択します。**
- **フレームメニューから、部材質量... を選択します。**

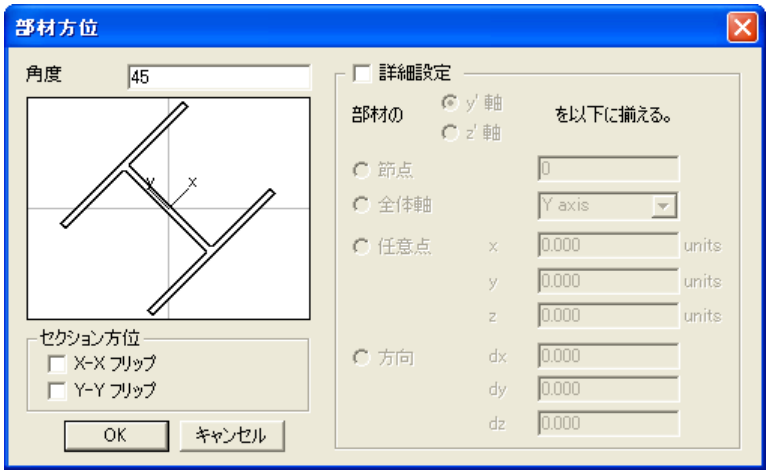
- **無視する、または、含むのいずれかのオプションを選択します。**

部材方位

3 次元フレームの解析を実行すると、全体座標系において各部材で使われる断面（セクション）の方位を知る必要があります。Multiframe では、主方向が、部材を通る垂直面に向くように、ウェブ（断面の主強度の方向）が並んでいると仮定します。垂直な柱の場合、主方向は全体座標系の X 軸を通ると仮定されます。それ以外の角度にセクションの方位を変更したい（例えば、いわゆるベータ角度）場合は、フレームメニューから方位...を選択します。

1 つ、または複数の部材の方位を変更するには、

- **指定したい部材を選択し、**
- **フレームメニューから、部材方位...を選択します。**



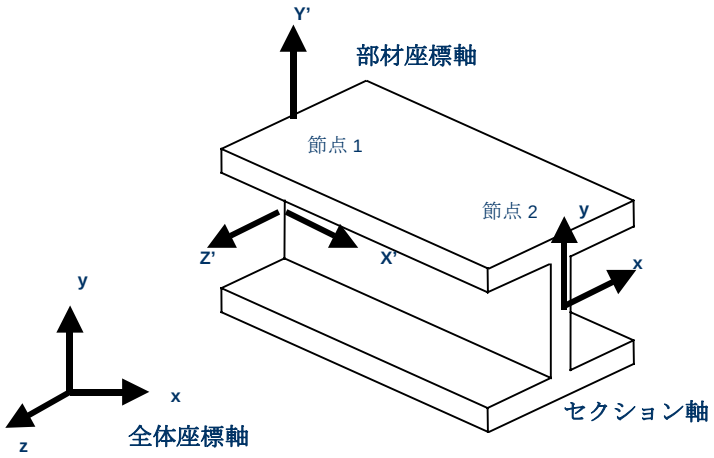
ダイアログボックスが現れて、断面形状を表示します。ダイアログに表示する断面形状は、節点 2 から節点 1 の方向を見ている場合です。

- **形状をクリックしドラッグにより新しい方位に回転さるか、または新しい方位角度を入力します。**
- **新しい方位を設定するために OK ボタンをクリックします。**

方位を設定すると、部材の部材 y'軸の方向を設定できます。入力する角度は、y'軸と、部材の両端を通る垂直面の間の角度です。角度が増すに従い、y'軸が z'軸の方向に回転します。

いくつかのパラメータオプションが部材の方位を指定するために利用できます。角度を指定する代わりに、部材の y 軸か z 軸を含む平面を定義するいくつかの詳細なオプションを選択できます。方位平面は、部材座標 x 軸および空間上のある 1 点またはある方向によって定義されます。空間の 1 点はその座標値か節点番号を指定することによって定義することができます。同様に、方向はベクトルを定義するか、または全体軸の方向を指定することによって定義します。空間上の点や方向を有効な平面に定義することは注意しなければなりません。例えば、方位づける点が x 軸上にあることや、方位づける指定方向が部材の x 軸に対し平行であるようなことはあってはなりません。

また、セクションを x 軸あるいは y 軸に対して、方位をフリップすることも選択ができます。



表示メニューのシンボル... では、フレームウィンドウ内で部材にセクション軸を表示させるかどうか設定することができます。同様に、部材軸の表示の有無もここで設定することができます。

セクション属性

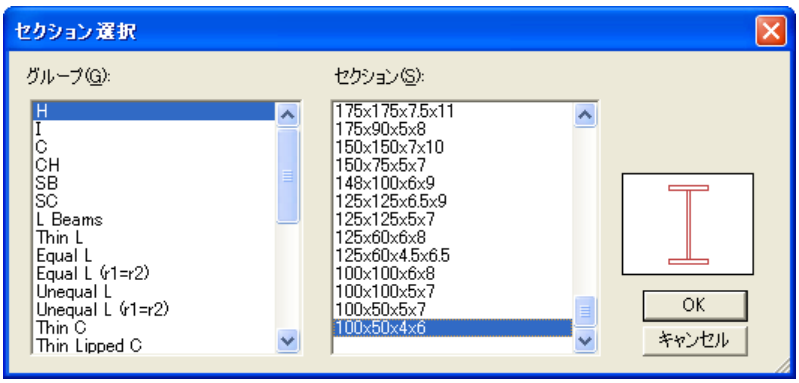
構造の変形を計算するためには、その構造を形作っている各部材の幾何学的および材料など属性を知る必要があります。Multiframeは、最も一般的に使用される鋼材をあらかじめ定義したセクションライブラリー（Sections Library）を持っています。このSections Library で事前に定義された部材以外の部材を使用したい場合は、下記に示すカスタムセクションの追加を参照してください。

Multiframe では「部材」という用語で、梁、柱など構造の構成要素を記述しています。また「セクション」という用語で特定の構造型、また材料属性、幾何学属性を持つ部材を示しています。各構造部材は、特定のセクションで構成されています。

部材のセクション属性を指定するには、

- **指定したい部材を選択し、**
- **フレームメニューからセクションタイプ..を選択します。**

ダイアログボックスが現れて、セクションライブラリーに入っているセクショングループとセクションのリストが表示されます。



- **グループを選択し、**
- **選択したいセクションをクリックします。**
- **OK ボタンをクリックします。**

解析を実行する前に、構造内の全部材のセクションタイプを指定しなければなりません。

表示メニューのシンボル... を使うと、フレームウィンドウに表示された各部材上に、セクション形状を表示させるかどうかを設定することができます。

標準セクションの追加

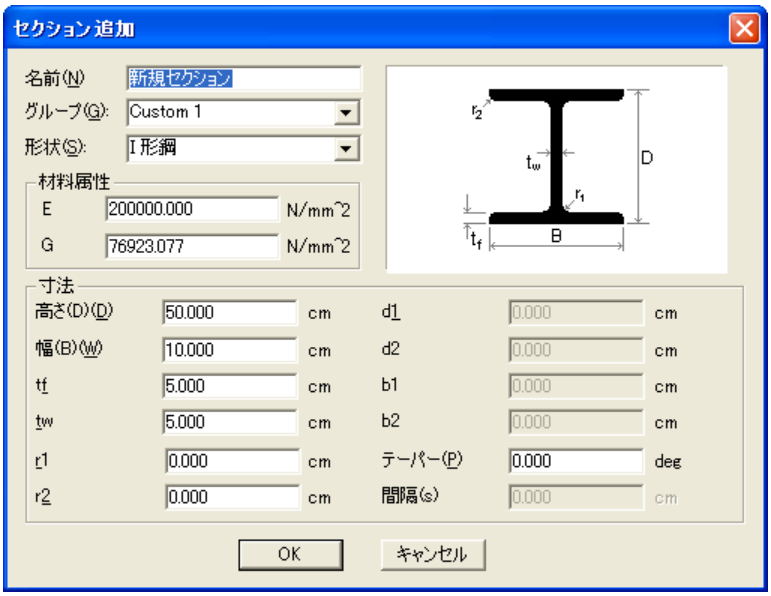
使用したい構造セクションがセクションライブラリーに含まれていない場合、新しく定義し、ライブラリーに登録するか、または構造と一緒に保存することができます。セクション形状が Multiframe のサポートする標準セクションの 1 つである場合は、そのセクションは形状の寸法を指定することによって追加され、Multiframe は断面属性を計算します。標準セクション形状でないセクションの追加は、次項で説明します。

セクションは、各グループに分かれてライブラリーに保存されています。各グループは、同じ型を持つ断面の分類で構成されています。これは、設計の鋼材ハンドブックなどにあるセクション表と同様です。グループのリストの最後には、Custom 1、Custom 2、Custom 3 とフレームと名付けられたグループがありますが、このグループはカスタムセクションを保存するためのグループです。

標準セクションを追加するには、

- **編集メニューのセクションサブメニューから、標準セクション追加を選択します。**

ダイアログボックスが現れ、グループ名のリスト、セクション名を入力するフィールド、断面形状を示すアイコンのリストと材料物性と断面寸法を入力するいくつかのフィールドが表示されます。



- **セクション名称を入力し、**
- **その部材を保存したいグループをグループポップアップメニューから選択し、**
- **形状のポップアップメニューからカスタムセクションの形状を選択します。**
- **ヤング係数(E)、せん断係数(G)の値を該当の材料属性枠内のフィールドに入力します。**
- **指定する形状のサイズを寸法枠内のフィールドに入力します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

Multiframe はライブラリーにセクションが追加されると、断面属性を自動的に計算します。

ロックされていないライブラリーのグループのみグループリストに表示されます。ライブラリーにセクションを追加し他の構造において使用するためにセクションを利用可能にしたい場合、フレームという名称のグループではなく他のグループの 1 つにセクションを保存してください。フレームグループに保存されたセクションはその構造と一緒に保存され、この構造を使う場合以外にはリストに現れません。混在したライブラリーを避けるためには、1 つあるいは 2 つの構造に使用するだけのセクションはフレームグループに保存しておくと見つけやすいでしょう。

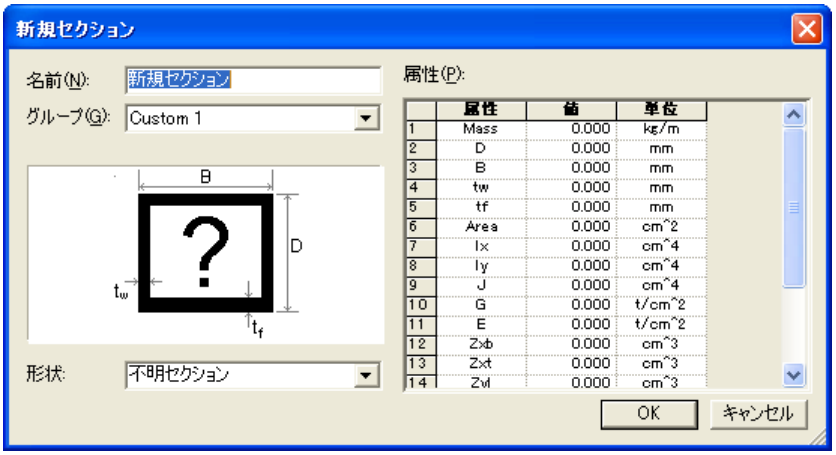
カスタムセクションの追加

使いたい構造セクションがセクションライブラリーに含まれていない場合、そして Multiframe のサポートする標準セクション形状の 1 つではない場合に、すべての主要な断面形状属性を指定することによってセクションを定義することができます。新しいセクションを定義する際 Section Maker プログラムも使用できますが、ここでは主要な断面属性を入力するだけでセクションを追加する方法について説明します。

新しいカスタムセクションを追加するには、

- **編集メニューのセクションサブメニューから、セクション追加...を選択します。**

ダイアログボックスが現れ、グループ名のリスト、断面属性表、セクション名を入力するフィールド、各断面の形状を示すアイコンのリストが表示されます。



- **セクションの名称を入力し、**
- **そのセクションを保存したいグループをグループポップアップメニューから選択します。**
- **下矢印キーでフィールドを移動し、表中のフィールドに適当な数値を入力します。**
- **カスタムセクションの形状を形状ポップアップメニューから選択します。**

セクションを示す形状がリストになければ「不明セクション」を選択します。

- **OK ボタンをクリックします。**

後に計算シートで変数を使う予定のないデータについては、以下のものを除いて、全てを入力する必要はありません。

Mass/Weight	単位あたりの質量 (自重を使う場合)
A	断面積
Ix	強軸（x-x）に対する断面 2 次モーメント
Iy	弱軸（y-y）に対する断面 2 次モーメント
J	ねじり定数
E	ヤング係数（弾性率）
G	せん断係数

部材上の応力度を見たい場合、下記の項目の入力をお勧めします。

Sxt (Zxt)	x 軸回りの弾性係数（断面の上辺）
Sxb (Zxb)	x 軸回りの弾性係数（断面の下辺）
Syl (Zyl)	y 軸回りの弾性係数（断面の左辺）
Syr (Zyr)	y 軸回りの弾性係数（断面の右辺）

セクションをレンダリングした状態で見たい場合、下記の項目も入力する必要があります。

D	断面の高さ
B	断面の幅
tw	フランジ厚
tf	ウェブ厚

せん断変形を考量したい場合、下記の項目を入力する必要があります。

Asx	x 方向のせん断有効面積
Asy	y 方向のせん断有効面積

各欄で指示された単位を使ってください。

ライブラリーにロックされていないグループだけが、グループリストに表示されます。そのセクションをライブラリーに保存して他の構造にも利用したい場合、「フレーム」という名前以外のグループに保存して下さい。「フレーム」というグループに保存したセクションは、使用中の構造内に保存されるので、他の構造のリストには現れてきません。特定の構造でしか使用しないセクションなどは「フレーム」のグループに保存した方が、ライブラリーにセクションが氾濫しなくて済みます。

注意

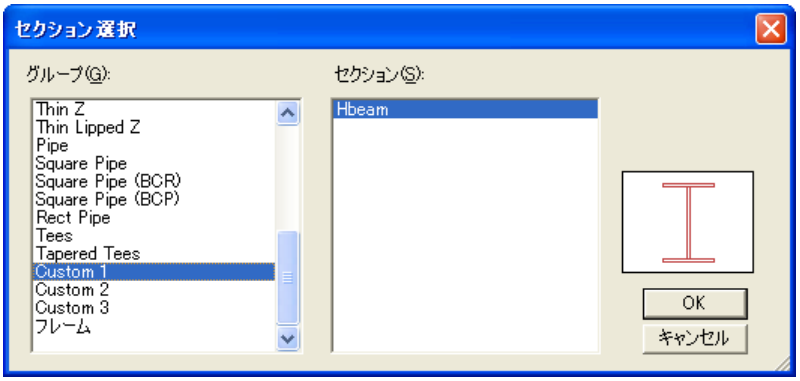
Multiframe の起動時に、Multiframe はデフォルトのセクションライブラリーファイル（C:\Program Files\Multiframe.sectionslibrary.slb）を探し、開きます。セクションライブラリーへの変更は、このファイルに自動的に保存されます。

セクションの削除

ライブラリーから 1 つのカスタムセクションを削除するには、

- **編集メニューのセクションサブメニューから、セクション削除...を選択します。**

ダイアログボックスが現れ、グループとセクションのリストが表示されます。



- **削除するグループとセクションを選択し、**
- **削除ボタンをクリックします。**

セクションの編集

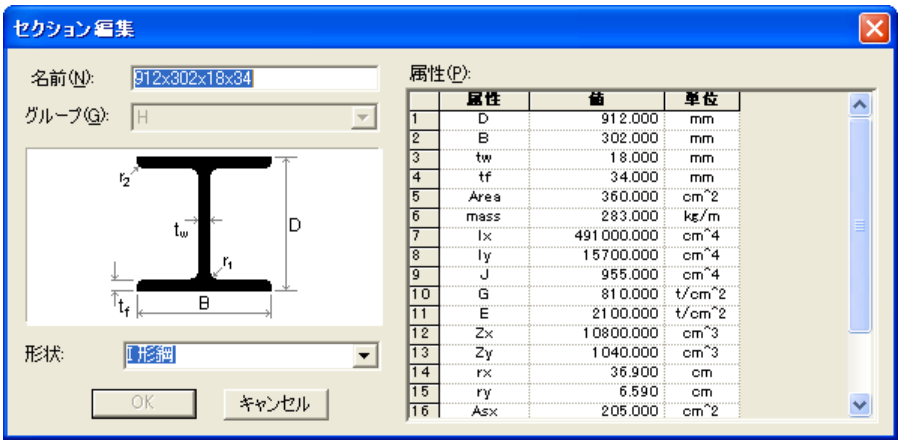
カスタムセクションの属性を変更するには、

- **編集メニューのセクションサブメニューから、セクション編集...を選択します。**

ダイアログボックスが現れ、グループとセクションのリストが表示されます。

- **編集したいグループとセクションをクリックして、**
- **編集ボタンをクリックします。**

表で示されたセクションに関するデータのダイアログボックスが現れます。



	属性	値	単位
1	D	912.000	mm
2	B	302.000	mm
3	tw	18.000	mm
4	tf	34.000	mm
5	Area	360.000	cm^2
6	mass	283.000	kg/m
7	Ix	491000.000	cm^4
8	Iy	15700.000	cm^4
9	J	955.000	cm^4
10	G	810.000	t/cm^2
11	E	2100.000	t/cm^2
12	Zx	10800.000	cm^3
13	Zy	1040.000	cm^3
14	rx	36.900	cm
15	ry	6.590	cm
16	Asx	205.000	cm^2

- **Tab キーを使いながら、変更したいデータを入力し、**
- **OK ボタンをクリックします。**

変更する必要がない場合もこの方法で、あらゆるセクションライブラリーの現在の値を見ることができます。見終わった時点でキャンセルボタンをクリックします。

OK ボタンがグレーで表示されているときは、このセクションが保存されているグループはロックされていて変更できないということを意味します。

セクションタイプ

表示メニューのデータサブメニューから、セクションを選択すると、表示されている構造に使用されている、すべてのセクションデータをデータウィンドウに一覧表示することができます。この表には、各セクションの断面属性情報と寸法値が含まれているため、表計算プログラムなどにコピーして利用すると、他の作業でも活用することができ、大変便利です（詳しくは付録 Eを参照してください）。

セクションライブラリー

異なるプロジェクトで異なるセクションを扱う場合に、セクションライブラリーを管理する方法はいくつかあります。セクションライブラリーを扱う最善策は、（同時進行な）それぞれのプロジェクトの数や、そのプロジェクトがネットワーク環境で複数のユーザで使用されるかどうかなどによって異なります。

方法 1 – デフォルト

セクションライブラリーを Multiframe プログラムと同じディレクトリに置き、Section Maker を使用し、カスタムセクション、グループの追加を行います。特別なセクションはカスタムグループもしくは「フレーム」グループに追加します。

方法 2 – プロジェクトベース

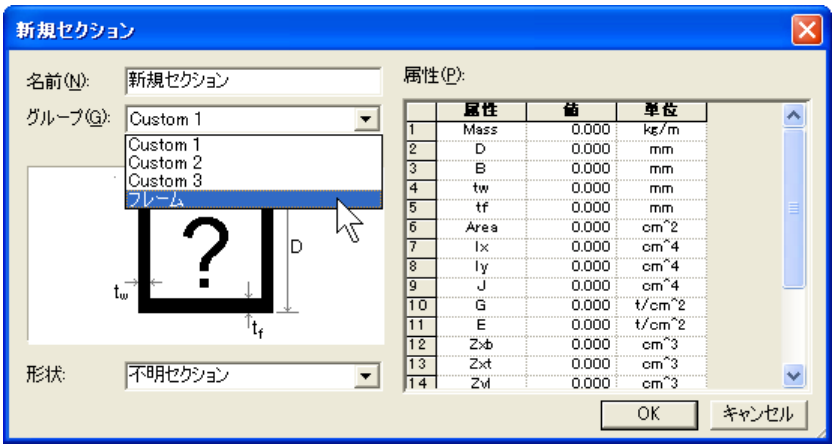
デフォルトのライブラリーファイル名を変更します。
プロジェクトの開始時にプロジェクトフォルダにデフォルトのライブラリーをコピーし、わかりやすくするためにセクションライブラリーファイル名をプロジェクト名に変更します。
Multiframe の起動時に適切なライブラリーファイルを読み込みます。
プロジェクトデータファイルと共にセクションライブラリーファイルを保存します。

ヒント 1 – デフォルトライブラリーの名前の変更

デフォルトのセクションライブラリーファイル名を変更することによって、毎回の Multiframe 起動時にどのライブラリーを使用するかを聞いてきます。デフォルトのセクションライブラリーは、C:\Program Files\Multiframe\sectionslibrary.slb です。

ヒント 2 – フレームグループ

1 つの特別なプロジェクトで 1 度だけ使用されるようなセクションがある場合や、セクションライブラリーの混乱を避けるために、Multiframe には「フレーム」グループにセクションを保存する機能があります。「フレーム」グループはセクションライブラリーに依存せず、プロジェクトファイルを開くときに毎回読み込まれます。「フレーム」グループのセクションは、Multiframe 上でのみ追加、編集することができ、Section Maker からはアクセスすることができません。



注意

適切なセクションライブラリーファイルは、構造モデルを開く前に開く必要があります。セクションライブラリーファイルが適切でない場合には、部材とそれらのセクション属性が関連づけられず、以下のような警告メッセージが表示されます。

この場合には、モデルを保存せずに終了し、適切なライブラリーを開いてから、再度構造モデルを開きます。

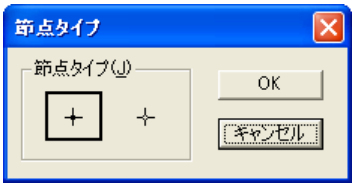
節点タイプ

Multiframe で定義される節点には、モーメントを伝達する剛接合と、伝達しないピン接合の 2 種類があります。

節点タイプを設定するには、

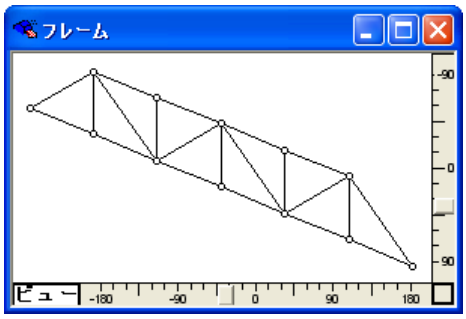
- **節点タイプを設定する節点を選択します。**
- **フレームメニューから、節点タイプ... を選択します。**

選択可能な 2 種類の節点タイプを示すダイアログボックスが表示されます。



- **使用したい節点タイプを示すアイコンを選択します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

節点をピン接合に設定すると下図の例のように、節点表示は中空の円形状(○)となります。



ピン接合に定義された節点の使用は、構造内のすべて、あるいはほとんどの節点でモーメントの伝達を行うことができないような構造で最も有効です。ある節点に接続されている複数の部材の中に、モーメントを伝達するものとしないものが混在する場合は、以下に解説する部材解放コマンドを使って構造を定義します。

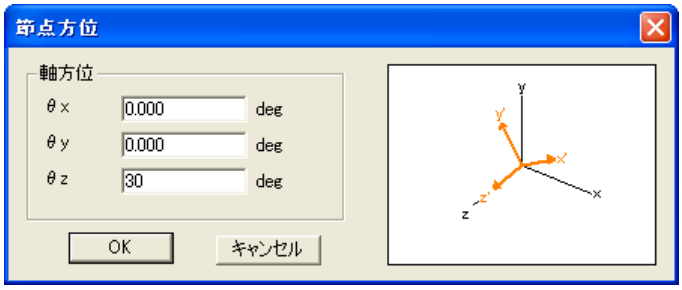
節点方位

構造物をモデル化する時、全体座標系に整列されない拘束を定義することが便利な場合もあります。Multiframe においてこのような拘束はそれぞれの節点の自由度を局所的な方位に指定することによってモデル化されます。初期設定ではすべての節点は全体軸に整列されていますが、この設定が必ずしも必要ではありません。節点方位ダイアログでは各節点で任意の局所座標系を指定します。この局所座標系によって構造物の境界条件と荷重を定義するときに使う局所的な自由度の方向を定義します。

ある節点の方位は全体座標系から局所座標系までの回転角度を表す 3 つの角度によって指定されます。回転角の方向が右手ルールによって決められています。

節点の方位を設定するには、

- **節点を選択し、**
- **フレームメニューから、節点方位...を選択します。**
- **方位を定義する角度を入力します。**
- **OK ボタンをクリックします。**



節点の方位はフレームと荷重ウィンドウに表示されます。節点方位が全体座標系に整列されていない場合、節点で局所座標軸が表示されます。シンボルダイアログで節点局所軸の表示／非表示の切り替えができます。

結果ウィンドウに表示された節点変位と節点反力は節点局所座標系で表示されます。反力要素の各変位の全体結果はこの表のツールティップで表示されます。

警告:

部材節点荷重を設定した構造物の Multiframe ファイルは Multiframe の 7.5 版以前の旧バージョンと互換性がありません。このファイルは Multiframe の旧バージョンで読み込めますが、この構造物を解析するとプログラムは予期しないエラーでクラッシュする場合があります。

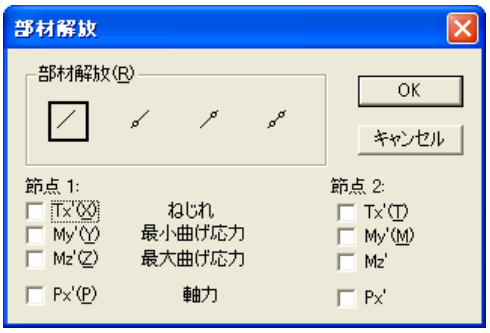
部材解放

Multiframe では、4 つの基本的な部材タイプを使用することができます。両端が完全に固定されてモーメントを伝達するタイプと、一端または両端がピン止めされたタイプがあります。ただし、ピン止めされたタイプは、モーメントを伝達しません。

部材解放を設定するには、

- **端部ピンとする部材を選択し、**
- **フレームメニューから、部材解放...を選択します。**

ダイアログボックスが現れ、4 つの部材解放のアイコンが表示されます。



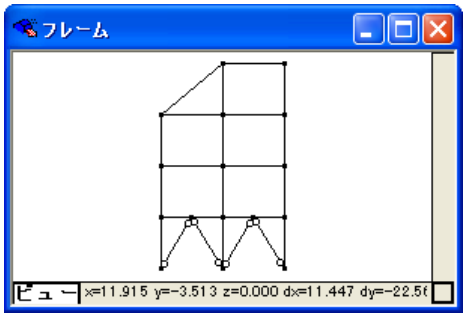
- **必要とする部材タイプの表示されたアイコンをクリックします。**

もしくは、

- **解放する個々の自由度を選択しクリックします。**
- **OK ボタンをクリックします。**

部材解放タイプの設定の際には端部ピンの節点における自由度は、ダイアログボックスに表示される 3 方向の回転に対して、解放条件をそれぞれ自由に設定することができます。ダイアログボックスでは、ねじれ方向（Tx'）に対して自由度が解放された複数の部材が引き起こすねじれによる問題を避けるために、ピン設定を選んだ場合にはデフォルトで最小曲げ（My'）と最大曲げ（Mz'）だけが解放されるように設定されています。部材端のどちらかに軸解放を選択することもできます。Multiframe ではこのダイアログからせん断力の解放を設定することはできません。しかし、バネ硬さを持たない部材端部バネを使用することにより、これらをシミュレートすることができます。このことについては、このマニュアルで別途説明します。

フレームウィンドウでピン端部とされた部材の端部は○で示してあります。フレームウィンドウでは、ピンは部材端部から少し離れて表示されますが、解析のために実際は、部材の端部に無限に近い位置にあります。ピン端部では、各部材軸において曲げとねじりモーメントが解放されます。



部材タイプは、あらかじめ剛接／剛接された部材と仮定されているため、前もってその部材の型を剛接／ピン、ピン／剛接、あるいはピン／ピンと設定しているのでなければ、改めて部材を定義する必要はありません。

また、部材の端部設定は部材の端部のピンアイコンをダブルクリックすることにより変更することもできます。

部材タイプ

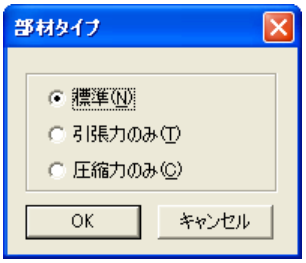
Multiframe では、部材を「引張力のみ」または「圧縮力のみ」として指定できます。「引張力のみ」の部材は、その部材が軸引張にあるときのみ構造の中で応力に抵抗します。同様に「圧縮力のみ」の部材は、その部材が軸圧縮にあるときのみ構造の中で応力に抵抗します。これらの部材タイプは一般的な感覚で実現されており、部材を「引張力のみ」または「圧縮力のみ」に変更しても、部材の端部解放には影響しません。モーメントに抵抗するために「引張力のみ」または「圧縮力のみ」の部材を必要としない場合は、適切な部材端部タイプが適用されます。

「引張力のみ」および「圧縮力のみ」の部材は、非線形解析で考慮します。これらのタイプの部材は、部材の軸変形に基づいてそれぞれの反復の最後に除去されたり元の構造に戻されたりします。「引張力のみ」および「圧縮力のみ」の指定の部材は、静的線形解析、モーダル解析または時刻歴応答解析では考慮されず、通常の部材として扱います。

部材タイプを設定するには、

- **編集する 1 つ以上の部材を選択し、**
- **フレームメニューから、部材タイプを選択します。**

ダイアログボックスが表示され、ボックス内のボタンは部材タイプを表します。

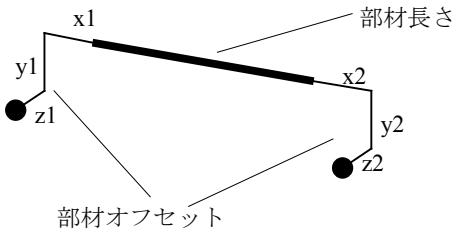


- 必要な部材タイプを表すボタンをクリックします。
- OK ボタンをクリックします。

剛域の設定（部材オフセット）

構造物をモデル化する際、部材を 2 つの節点間に直接延ばさないで節点からオフセットする場合があります。また、2 つの部材の交差するところを剛域として扱う場合があります。このようなモデルで、節点と部材の間に剛域を定義することで構造物のモデリングがさらに正確になります。Multiframe では、この剛域の設定が部材オフセット機能によって適用されます。

部材オフセットとは、ある節点と部材の端部の間にある剛性の接続です。剛域は、無限に剛であり、曲げ、せん断力、あるいは軸方向に変形しません。剛性オフセットを持つ部材の荷重は部材の剛域でない部分にのみ適用され（下記の部材長さ参照）、荷重の位置を指定する距離が剛性オフセットの端部から設定されます。



部材オフセットが指定されている場合、Multiframe では部材の長さは部材の柔軟な部分の長さであると見なされます（上記の図の部材長さを参照）。

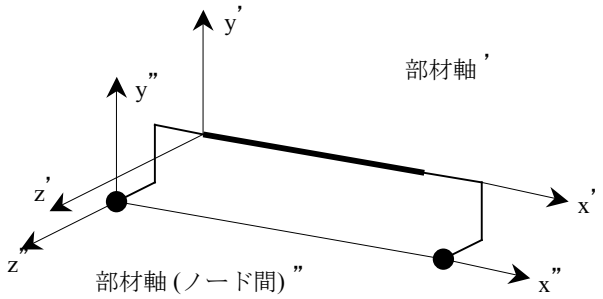
ある部材にオフセットを設定するには、

- 変更する部材を選択し、
- フレームメニューから、部材オフセットを選択します。

- オフセット接続を測る軸方向に相当するボタンをクリックし、
- 部材の両端でのオフセット長さを入力します。

- **OK ボタンをクリックします。**

オフセット接続の長さは全体軸または部材軸のどちらでも指定ができます。部材軸が選択された場合、オフセット接続が部材の端部の節点で定義される部材軸に対して設定されます（下記の節点間の部材軸を参照）。 実際の位置に整列された真の部材の部材軸と、部材オフセットが適用された後の部材の方位とはっきりに違うことを注意してください。

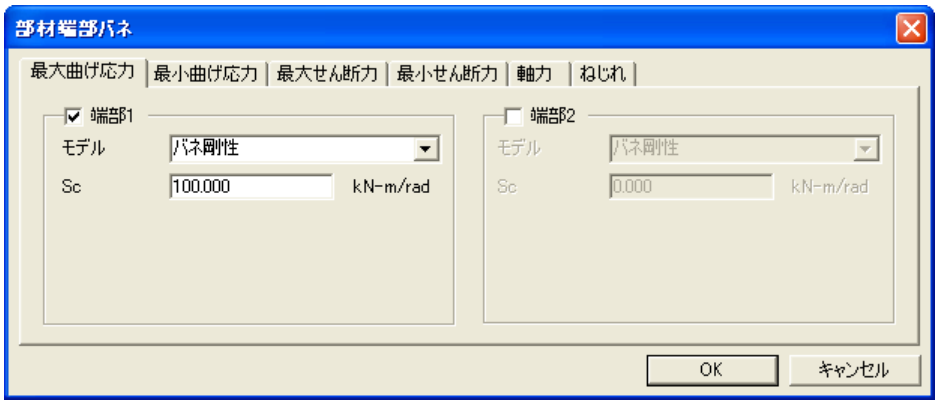


部材端部バネ

Multiframe では、部材端部バネを使って半剛接合のモデリングを実行します。部材端部バネは、それぞれが構造モデルの単独の項目としてモデル化されます。また、部材端部バネごとに 1 つの部材のみに関連付けられ、さらに部材の片端のみに関連付けられます。この区別は重要であり、部材端部バネは部材のプロパティとは見なされません。バネを一方の部材端部に指定するときは、必ず新しい端部バネがモデルに追加されます。

部材の追加、または部材端部バネの編集は、次の手順で行います。

- **編集する部材を選択します。**
- **フレームメニューから、部材端部バネを選択します。**



部材端部バネウィンドウに表示される 6 種類のタブごとに、部材端部の半剛接合を設定できます。

- **該当するタブをクリックします。**
- **端部 1 および端部 2 チェックボックスのいずれかまたは両方をクリックして、端部バネを使ってモデル化する部材の端部を設定します。**

各端部については、次の手順に従います。

- **バネの剛性を決めるために使うモデルを選択します。**
- **選択したモデルが使用するパラメータの値を指定します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

端部バネの剛性をモデル化するには、3 種類の線型モデルがあります。各モデルでは、バネの剛性を指定するために次のような異なる方法を定義しています。

1) バネ剛性(*Sc*) – 端部バネの剛性を、直接指定します。

2) 剛性指標 (*r*) – Lightfoot および LeMessurier の線型モデルです（1974）。このモデルでは、部材剛性と正比例するバネの剛性を計算します。

$$Sc = r * 4EI/L$$

値 r の幅は、ピンまたは解放の接続となるゼロから剛接の無限までとなります。

3) 固定度係数(*n*) – さらにもう 1 つのバネ剛性の線型モデルが、Romstad および Subramanian（1970）および Yu および Shanmugam（1986）によって提唱されました。このモデルは、固定度係数（fixity factor、n）を使って、次の関係によりバネの剛性を定義します。

$$Sc = n/(1-n) * 4EI/L$$

固定度係数の値の幅は 0.0 から 1.0 となり、ここでは 0.0 はピンまたは解放の接続を表し、1.0 は剛接を表します。

後者 2 つの方法は、モーメント接続のモデル化から派生した方法論です。しかしこれらは Multiframe では一般化されており、剛性マトリックスの斜辺のスケーリングと類似のスケーリングを、端部バネの横ずれ、軸、ねじれコンポーネントで実行します。

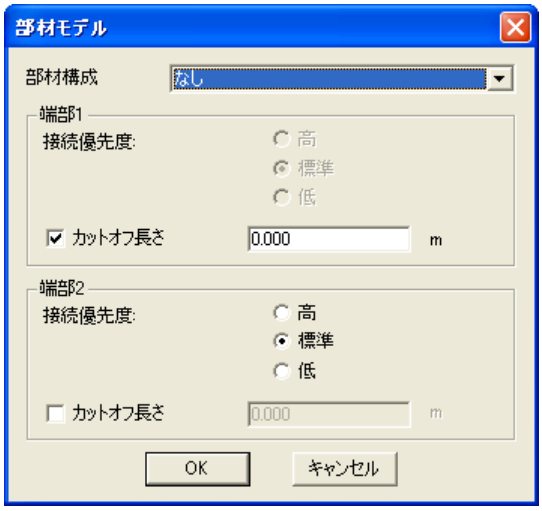
部材端部バネのプロパティは、データウィンドウの端部バネの表で編集できます。データウィンドウにある部材端部の表を使い、部材端部バネを追加または削除できます。端部バネを追加するには、部材端部バネの列に数字を入力します。この数字がモデルにある端部バネの数より大きい場合は、既定のプロパティを使って新しい部材端部バネを追加します。入力した数字が現在の端部バネ数の場合は、既存のバネのプロパティを使って新規の端部バネを追加します。いずれの場合も、ユーザが入力した数値は、新たなバネの数を反映するように変わります。部材端部バネを部材から削除するには、端部バネの数をゼロに設定します。

部材モデル

部材モデルダイアログでは、実際のフレームで部材がどのように表現されるか（梁、柱、ブレースなど何のコンポーネントに該当するか）を設定します。

部材の部材モデルオプションを設定するには、次に従います。

- **編集する部材を選択します。**
- **フレームメニューから、部材モデルを選択します。**



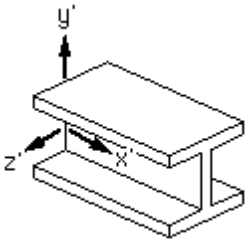
- 部材が、フレームのどのコンポーネントに該当するかを選択します。
- OK ボタンをクリックします。

部材の構成プロパティは、部材がフレームのどのコンポーネント（柱、一次梁またはブレースなど）に該当するのかを指定します。プログラムにおいてこの設定は、接続部の主要な部材を認識することに使用され、フレームのレンダリングに使われる部材の各端部のカットオフ長さを自動的に計算します。また、カットオフ長さオプションにチェックを入れることにより、任意のカットオフ長さを指定することも可能です。

部材せん断面積

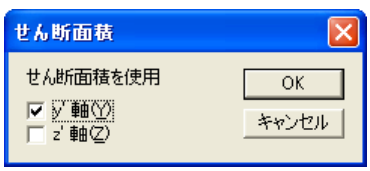
Multiframe では、せん断面積を設定することで解析時にこの影響を考慮に入れることができます。せん断面積の影響の有無については、部材毎にこれを設定することができます。

Multiframe で、各部材のせん断面積の影響を考慮するように設定するには、その部材に割り当てられたセクションにせん断面積についての情報が定義されている必要があり、これはセクションライブラリー中の Asx と Asy の値に相当し、それぞれ断面の強軸と弱軸に対応します。その他の断面属性値に関しては、y は部材軸 y' に、x は z' に、それぞれ対応しています。



せん断面積の値（Asx, Asy）は 0 よりも大きくなければならず、また部材は、以下に示されるせん断面積使用の指定をしなくてはなりません。

- フレームメニューから、部材せん断面積... を選択します。



- **ダイアログボックス内に表示される部材座標軸を選択して、どちら方向のせん断面積を考慮するかを設定します。**

Asx は z ' 軸に、Asy は y ' 軸にそれぞれ対応していることに注意してください。

ここで、せん断面積の影響を含むように設定した部材は、データウィンドウ上の部材属性データ表の最後の列に表示されます。

荷重を定義する

構造に適用する荷重の変更は、荷重ウィンドウで行います。荷重は構造に追加したり削除したりすることができ、また複数の異なる荷重条件として適用することもできます。これらの荷重条件は、まとめて係数解析したり、組み合わせたりすることが可能です。

使用中の単位は、ビューメニューの単位...で指定できます。

荷重メニューの全てのコマンドは現行の荷重条件に対して作用します。現行の荷重条件の名称は、2 次元画面では荷重ウィンドウの左下に表示され、またケースメニュー下では名称の右側にチェックマークが付いています。現行の荷重条件を設定するにはケースメニューのリストから、あるいは荷重条件ツールバーのポップアップメニューから任意の荷重条件名を選択します。

荷重を定義するには、節点あるいは部材を選択して該当するコマンドを荷重メニューから選択します。

節点や部材からすべての荷重を消去するには、その節点や部材を選択し Delete キーを押します。

節点への荷重

節点荷重とは、構造の節点に作用する力のことです。節点荷重は、全体座標系に定義する場合、力が x、y、z 軸のいずれかの参考軸と平行に作用します。また、節点荷重は節点の部材軸に対しても設定ができ、その場合に荷重が節点の自由度に対して平行に作用します。

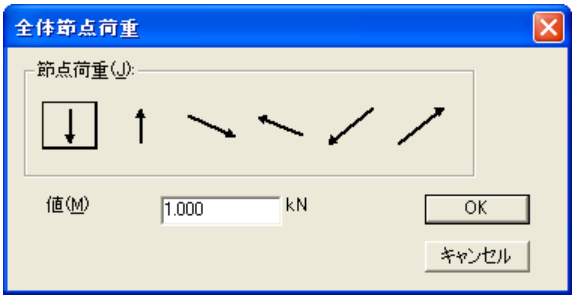
節点に全体荷重をかけるには、

- **荷重をかける節点を選択し、**
- **節点に全体荷重をかけるには、荷重メニューから全体節点荷重...を選択します。**

もしくは、

- **節点に部材荷重をかけるには、荷重メニューから部材節点荷重...を選択します。**

ダイアログボックスが現れて荷重の方向を表示します。



2 次元画面では、荷重方向を示す 4 つのアイコンがあります。3 次元画面では、現行画面における軸全体の方向を示す 6 つのアイコンを表示します。

- **荷重の方向を表すアイコンをクリックし、**
- **荷重量の数値を入力します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

荷重量に関して、（＋）あるいは（－）など符号を入力する必要はありません。選択したアイコンがその方向を決定します。

節点から荷重を取り除くためには、その節点を選択して荷重メニューから節点荷重の取り消しを選択してください。節点をダブルクリックして、その節点でのすべての節点荷重を表で表示することもできます。

すでに荷重のかかっている節点に、節点荷重... を使ってさらに荷重をかけると、荷重は既存のものに追加されます。従って、その節点にかかる総荷重はこれらの荷重すべての合計となります。

節点のモーメント

節点のモーメントは、構造物の節点に作用する曲げモーメントです。節点モーメントは、全体座標系に対して定義する場合、モーメントが x、y、z 軸のいずれかと平行に作用します。また、節点モーメントは節点の部材軸に対しても設定ができ、その場合に荷重が節点の自由度に対して平行に作用します。

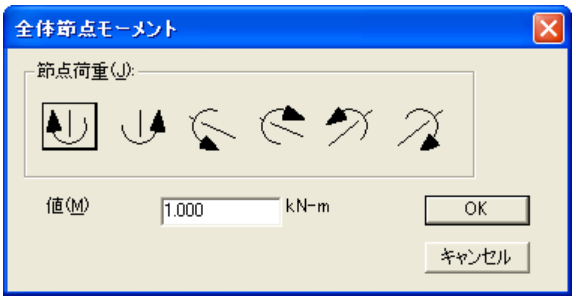
節点にモーメントを適用するには、

- **荷重をかけたい節点を選択し、**
- **全体軸に対してモーメントを定義する場合、荷重メニューから全体節点モーメント...を選択します。**

もしくは、

- **部材軸に対してモーメントを定義する場合、荷重メニューから部材節点モーメント...を選択します。**

ダイアログボックスが現れて、荷重方向を示すアイコンを表示します。



2 次元画面では荷重方向を示す 4 つのアイコンが表示されます。3 次元画面では、現行画面における軸全体に生じるモーメントの方向を示す 6 つのアイコンを表示します。それぞれのアイコンの中心を通る線は、モーメントが作用している軸の方向を示します。

- **モーメントが作用する方向を示すアイコンをクリックし、**
- **モーメント量を数値で入力します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

モーメント量に関し、（+）（−）を入れる必要はありません。各モーメントの方向は選択したアイコンによって決定されます。

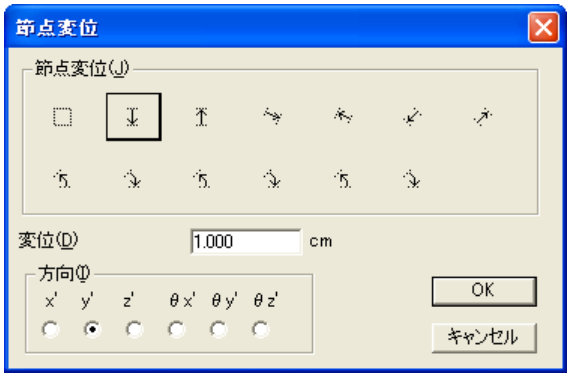
節点からモーメントを取り除く場合は、節点を選択して荷重メニューから節点荷重の取り消しを選択します。

規定変位

1 つ、又は複数の節点で変位を定義するには、

- **変位を規定する 1 つ、又は複数の節点を選択し、**
- **荷重メニューから、規定変位...を選択します。**

ダイアログボックスが現れて規定変位が表示されます。



- **変位を適用する方向を示すアイコンをクリックし、**
- **変位の数値を入力します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

規定変位なしアイコン（一番左のアイコン）を選択すると、選択した節点からそれ以前に規定されたすべての変位が取り除かれます。規定変位は、0 以外の数値を持った拘束に相当するので、他のアイコンを選ぶと、選択した節点からあらゆる拘束やバネが取り除かれ、指定された規定変位に働きます。

変位を規定すると構造の全体座標系に作用します。それぞれのアイコンは、座標軸（x、y、z）に作用する変位の方向を表します。変位を示すアイコンをクリックすると、変位の方向がダイアログボックス下段のボタンによって表示されます。またボタンをクリックすることによって、変位させたい方向を選択できます。

規定の変位は、現行の荷重条件にのみ作用します。

規定の変位の属性は、規定変位を表すアイコンをダブルクリックすることによって編集できます。

全体分布荷重

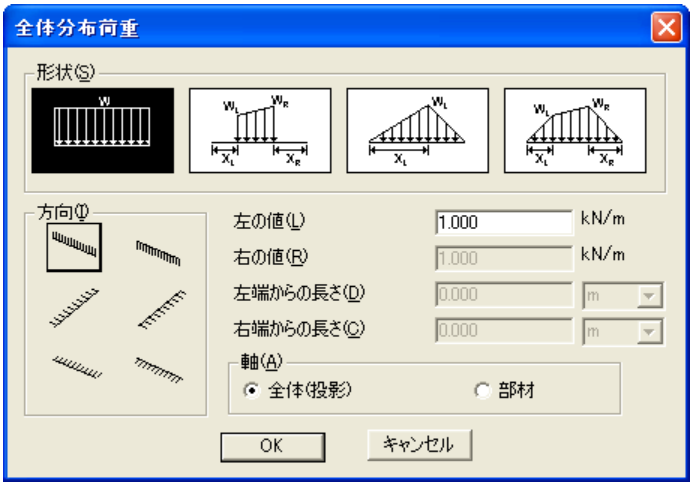
Multiframe では、全体座標系または部材座標系に対して荷重を適用します。これらの荷重はそれぞれの座標系に対するある角度で作用しますが、これらはベクトルに分解することでモデル化することができます。

全体分布荷重は、部材のすべて、あるいは一部に分布される荷重で、x、y、z 軸のどれかに平行な方向に作用します。

部材に荷重を全体分布するには、

- **荷重をかける部材を選択し、**
- **荷重メニュー、またはショートカットから全体分布荷重...を選択します。**

ダイアログボックスが現れて荷重の形状と方向を示すアイコンが表示します。



- **荷重の形状を示すアイコンをクリックします。**

2 次元画面では荷重方向を示す 4 つのアイコンがあります。3 次元画面では、荷重方向を示す 6 つのアイコンが表示されます。それぞれのアイコンは作用の方向と平行する複数の線で示されています。

- **荷重のかかる方向を示すアイコンをクリックし、**
- **部材の両端での荷重を数値で入力します。**
- **荷重を適用する座標軸をクリックします。**

荷重の座標軸は部材に沿った荷重の分布の仕方を決定します。全体もしくは投影軸の場合、全体分布される荷重量は荷重が垂直にかかる方向で計った長さ当たりの荷重です。つまり傾斜している部材に適用された垂直な分布荷重の合計荷重は、荷重の大きさと部材と水平面に延びた部材の長さを掛けたものです。部材軸に適用された荷重では、分布荷重量は部材に沿って測定された荷重の実際の長さ当たりの荷重に当てはまります。

- **OK ボタンをクリックします。**

注意 : ダイアログボックスの中を移動する際、Tab キーを使って 1 つの項目から次の項目へ移動することができます。全体分布荷重の場合に Tab キーを使って移動すると、部材の右端部の荷重値は、自動的に左端部と同じ数値になります。違う数値にしたい場合はタイプ入力することができます。

荷重の値に（＋）（－）の入力必要はありません。各荷重方向は、選択したアイコンによって決定されます。

荷重の位置を部材荷重ダイアログボックス内、またはデータウィンドウ内に入力する際には、式を利用すると便利です。例えば、荷重の位置を部材長の 3 分の 1 としたい場合は、L / 3 と入力して長さ入力の手間を省く事ができます。もしも複数の部材が選択されている場合は、選択された部材の長さがそれぞれ違っていても、自動的にそれぞれの長さの 3 分の 1 の位置が指定されます（式は、2 * L / 3 や 1.35 + (L - 4) / 2 など、もっと複雑なものでもかまいません）。変数 L は部材長をあらわし、式に使用される文法は計算シートで使用されるものと同じです。

部材分布荷重

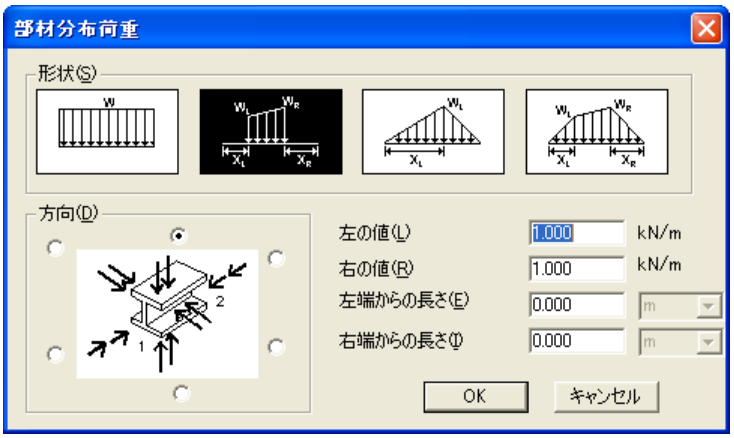
部材分布荷重は部材のすべてまたは一部に沿って分布され、部材に対して法線（せん断）方向、または正接（軸）方向に作用します。

部材に荷重を部材分布するには、

- **荷重をかける部材を選択し、**

- **荷重メニュー、またはショートカットから部材分布荷重... を選択します。**

ダイアログボックスが現れて、部材にかかる荷重の形状と方向を示すアイコンを表示します。



- **荷重の形状を示すアイコンを選択し、**
- **荷重の方向を示すアイコンをクリックします。**
- **それぞれの端部にかかる荷重量を数値で入力します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

荷重の値に（＋）（－）を入力する必要はありません。各荷重方向は、選択したアイコンによって決定されます。

荷重の位置を部材荷重ダイアログボックス内、またはデータウィンドウ内に入力する際には、式を利用すると便利です。例えば、荷重の位置を部材長の 3 分の 1 としたい場合は、L / 3 と入力して長さ入力の手間を省く事ができます。もしも複数の部材が選択されている場合は、選択された部材の長さがそれぞれ違っていても、自動的にそれぞれの長さの 3 分の 1 の位置が指定されます（式は、2 * L / 3 や 1.35 + (L -4) / 2 など、もっと複雑なものでもかまいません）。 変数 L は部材長をあらわし、式に使用される文法は計算シートで使用されるものと同じです。

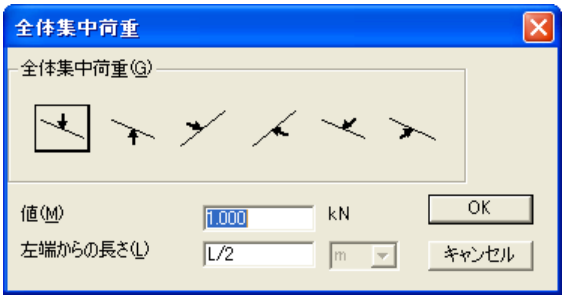
全体集中荷重

全体集中荷重は、部材の一点に集中的に作用する荷重で、x、y、z 軸のいずれかに平行な方向に作用します。

部材に全体集中荷重を適用するには、

- **荷重をかける部材を選択し、**
- **荷重メニュー、またはショートカットから全体集中荷重...を選択します。**

ダイアログボックスが現れて部材にかかる荷重の方向を示すアイコンが表示されます。



2 次元画面では荷重方向を示す 4 つのアイコンが表示されます。3 次元画面では荷重の働く方向を矢印で示す 6 つのアイコンが表示されます。

- **荷重が働く方向を示すアイコンをクリックし、**
- **荷重の値を数値で入力します。**
- **Tab キーを押して、節点 1 からの荷重の位置を入力します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

荷重の値に（＋）（－）を入力する必要はありません。荷重の方向は、選択したアイコンにより決定されます。

荷重位置を部材荷重ダイアログボックス内、またはデータウィンドウ内で入力する際には、式を利用すると便利です。例えば、荷重を部材長の中央にかけたい場合は、L / 2 と入力して長さ入力の手間を省くことができます。もしも複数の部材が選択されている場合は、選択された部材の長さがそれぞれ違っていても、自動的にそれぞれの長さの 2 分の 1 の位置が指定されます（式は、2 * L / 3 や 1.35 + (L - 4) / 2 など、もっと複雑なものでもかまいません）。変数 L は部材長をあらわし、式に使用される文法は計算シートで使用されるものと同じです。

同じ荷重値、方向の複数の荷重は、荷重位置にカンマで分けて入力することによって部材に追加されます。

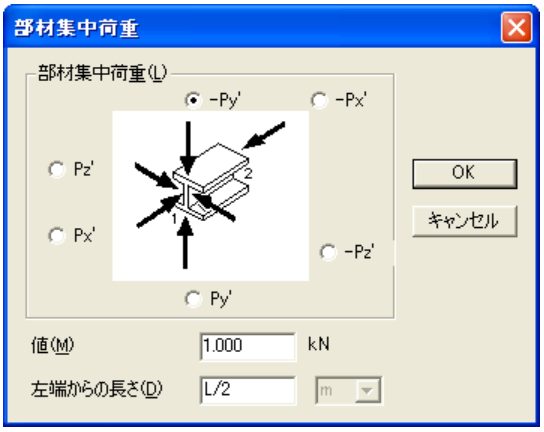
部材集中荷重

部材集中荷重は部材の 1 点に集中してかかる荷重で、部材に対して法線（せん断）方向、または平行な（軸）方向に働きます。

部材に部材集中荷重をかけるには、

- **荷重をかける部材を選択し、**
- **荷重メニュー、またはショートカットから部材集中荷重...を選択します。**

ダイアログボックスが現れ、部材にかかる荷重方向を示すアイコンが表示されます。



- **荷重方向を示すアイコンをクリックし、**
- **荷重の値を数値で入力します。**
- **Tab キーを押して節点 1 からからの位置を入力します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

荷重位置を部材荷重ダイアログボックス内、またはデータウィンドウ内で入力する際には、式を利用すると便利です。例えば、荷重を部材長の中央にかけたい場合は、L / 2 と入力して長さ入力の手間を省くことができます。もしも複数の部材が選択されている場合は、選択された部材の長さがそれぞれ違っていても、自動的にそれぞれの長さの 2 分の 1 の位置が指定されます（式は、2 * L / 3 や 1.35 + (L -4) / 2 など、もっと複雑なものでもかまいません）。 変数 L は部材長をあらわし、式に使用される文法は計算シートで使用されるものと同じです。

同じ荷重値、方向の複数の荷重は、荷重位置にカンマで分けて入力することによって部材に追加されます。

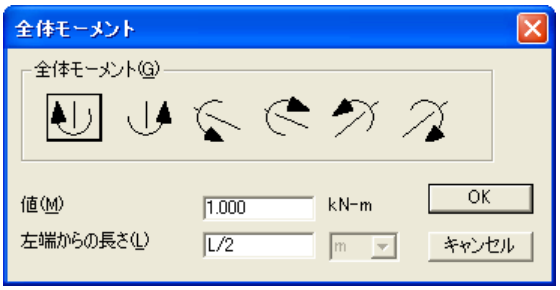
全体モーメント

全体モーメントは、部材の一部に作用する曲げモーメントで、x、y、z 軸のいずれかに作用します。

部材に全体モーメントをかけるには、

- **荷重をかけたい部材を選択し、**
- **荷重メニュー、またはショートカットから全体モーメント...を選択します。**

ダイアログボックスが現れてモーメントの方向を示すアイコンを表示します。



2 次元画面ではモーメントの方向を示す 2 つのアイコンを表示します。3 次元画面では荷重のかかる方向を示す矢印を表示する 6 つのアイコンが表示されます。

- **モーメントが働く方向を示すアイコンをクリックして、**
- **モーメント量を数値で入力します。**
- **Tab キーを押し、節点 1 から測った荷重の位置を入力します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

モーメント値に（＋）（－）を入れる必要はありません。各モーメントの方向は、選択したアイコンによって決定されます。

荷重位置を部材荷重ダイアログボックス内、またはデータウィンドウ内で入力する際には、式を利用すると便利です。例えば、荷重を部材長の中央にかけたい場合は、L / 2 と入力して長さ入力の手間を省くことができます。もしも複数の部材が選択されている場合は、選択された部材の長さがそれぞれ違っていても、自動的にそれぞれの長さの 2 分の 1 の位置が指定されます（式は、2 * L / 3 や 1.35 + (L - 4) / 2 など、もっと複雑なものでもかまいません）。変数 L は部材長をあらわし、式に使用される文法は計算シートで使用されるものと同じです。

同じ荷重値、方向の複数の荷重は、荷重位置にカンマで分けて入力することによって部材に追加されます。

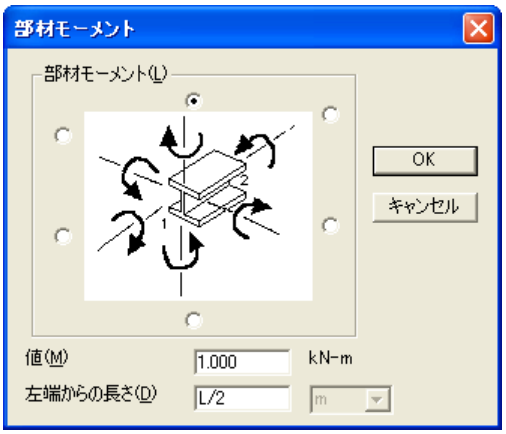
部材モーメント

部材モーメントは部材の一部（端部以外）に作用する曲げモーメントで、部材軸のひとつに作用しています。

部材に部材モーメントを適用するには、

- **荷重をかけたいの部材を選択し、**
- **荷重メニュー、またはショートカットから部材モーメント...を選択します。**

ダイアログボックスが現れ、部材にかかるモーメントの方向を示すアイコンを表示します。



- **モーメントが働く方向を示すアイコンをクリックし、**
- **モーメント量の数値を入力します。**
- **Tab キーを押し、節点 1 からの距離を入力します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

荷重位置を部材荷重ダイアログボックス内、またはデータウィンドウ内で入力する際には、式を利用すると便利です。例えば、荷重を部材長の中央にかけたい場合は、L / 2 と入力して長さ入力の手間を省くことができます。もしも複数の部材が選択されている場合は、選択された部材の長さがそれぞれ違っていても、自動的にそれぞれの長さの 2 分の 1 の位置が指定されます（式は、2 * L / 3 や 1.35 + (L - 4) / 2 など、もっと複雑なものでもかまいません）。変数 L は部材長をあらわし、式に使用される文法は計算シートで使用されるものと同じです。

同じ荷重値、方向の複数の荷重は、荷重位置にカンマで分けて入力することによって部材に追加されます。

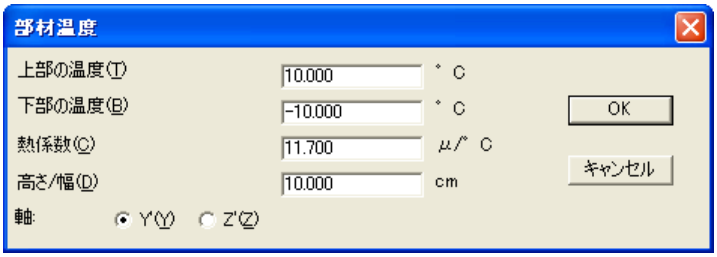
熱荷重

熱荷重は、1 つの部材における温度差または外気温度との差から生じる荷重です。熱荷重は、部材に奥行きがあることにより生じる温度差からも生じます。

部材に熱荷重をかけるには、

- **荷重をかけたい部材を選択し、**
- **荷重メニュー、またはショートカットから熱荷重...を選択します。**

ダイアログボックスが現れて熱荷重の量と断面の高さ/幅の項目を表示します。



- **温度が変化する方向、部材の高さ（ウェブ、y'軸）方向または横幅（フランジ、z'軸）方向を選択し、**
- **部材の上部と下部の温度を入力します。**

部材が一定の温度であれば、2 つの温度は同じです。熱荷重が z'方向に作用している場合、上部の温度は正（+）側で、下部の温度は負（−）側で表されます。

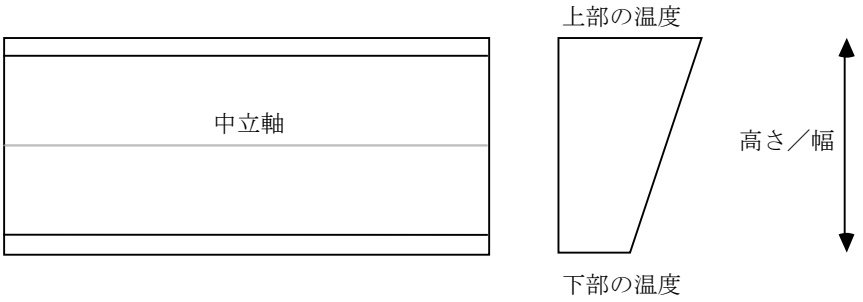
- **部材の材質の熱係数を入力します。**

熱係数は一度（℃または K）あたりミクロストレーン単位で入力されます。

- **熱荷重（のかかる部材）の断面高さもしくは幅を入力し、**
- **OK ボタンをクリックします。**

すべての温度数値は常温と異なった数値です。例えば、梁の最上部が 45℃、底部が常温 20℃の橋の床は、25℃の上部温度と 0℃の下部温度を持っています。

その温度差は、部材の中性軸において対称的であるはずです。つまり、高温部は断面高さの中立軸から上半分に位置し、中立軸の下半分に向かって直線的に温度が下がります。荷重の断面高さ/幅は、部材の断面高さ/幅と同等でなくてもよいということにご注意ください。



数値での荷重編集

データウィンドウに表示されるデータ表で、荷重や規定変位の値と位置を数値で編集することができます。これらの表は節点荷重、部材荷重、規定変位、熱荷重を表示します。表示メニューのデータサブメニューで表示したい項目を選択できます。

荷重の値と位置を変更するには、

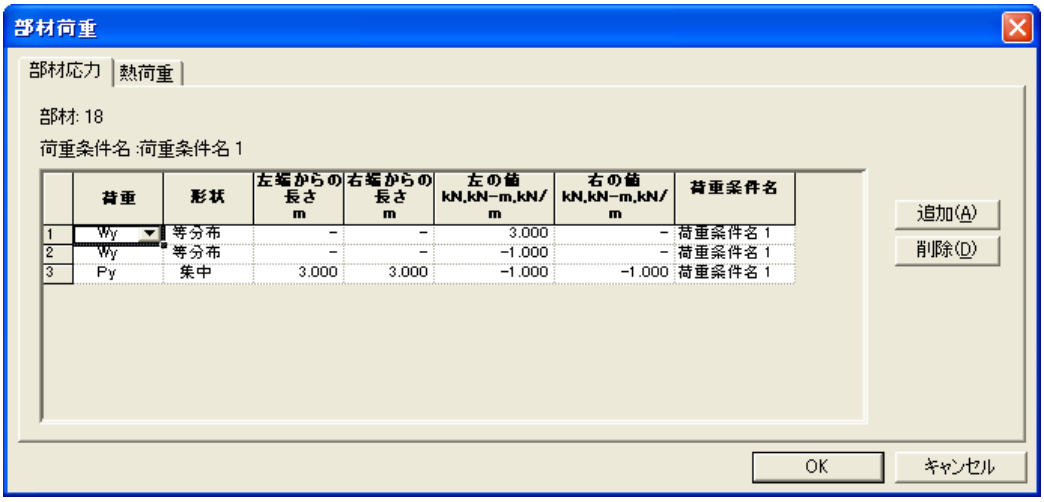
- **変更したい値をクリックし、**
- **新しい値を入力します。**
- **Enter キーを押します。**

荷重の位置と方向を変更すると、その変更を反映して荷重ウィンドウの図面が更新されます。

現行の荷重条件だけがデータウィンドウで表示されます。また、組み合わせた荷重条件、動的時刻歴応答荷重条件または自重の値は変更できません。

荷重属性

荷重の数値編集は、荷重ウィンドウで部材をダブルクリックして編集することができます。荷重を編集するためのダイアログが現れ、部材荷重と熱荷重の表が表示されます。



ここで荷重数値の編集ができ、またダイアログの右側にあるボタンを利用して、荷重の追加、削除もできます。節点荷重も同様に節点をダブルクリックすることにより、変更することできます。

自重

Multiframe では、構造物の自重を別個の荷重条件として自動的に含ませることができます。

- **荷重メニューあるいはショートカットメニューから、自重を選択します。**

ダイアログが表示され、荷重に変換するために構造の質量に適用される各方向の重力加速度が指定できます。

通常は、標準的な加速度が適用されているデフォルト値を利用しますが。慣性力あるいは地震効果を見たい場合には、加速度を x、z に数値を入力します。

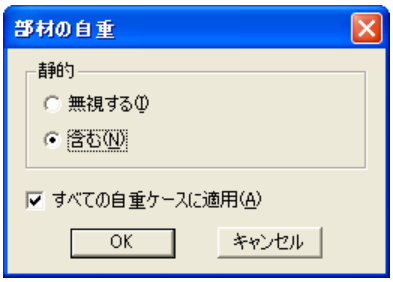
OK をクリックすると、自重という名前の新しい荷重条件が作成されます。自重は任意の数だけ、またそれぞれ違った加速度係数を持つ条件がかけることができます。自重を定義する前に、その構造物のすべての部材が選択済みであることを確認してください。質量ゼロのセクションがある場合には、Multiframe が自重を使用するか否かのダイアログボックスを表示します。カスタムセクション（自己定義のセクション）で自重を使用したい場合は、質量を入力してからセクションライブラリーに登録してください。

各部材の全体自重への影響について

自重による荷重条件を設定した後に荷重メニューの部材自重... を使うと、個々の部材について自重の影響の有無を設定することができます。

個々の部材自重の全体自重への影響の有無を設定するには、

- **自重条件が現在のアクティブケースであることを確認します。**
- **荷重ウィンドウで、部材を選択します。**
- **荷重メニューから部材自重...を選択します。**



- **無視する／含む、の何れかを選択します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

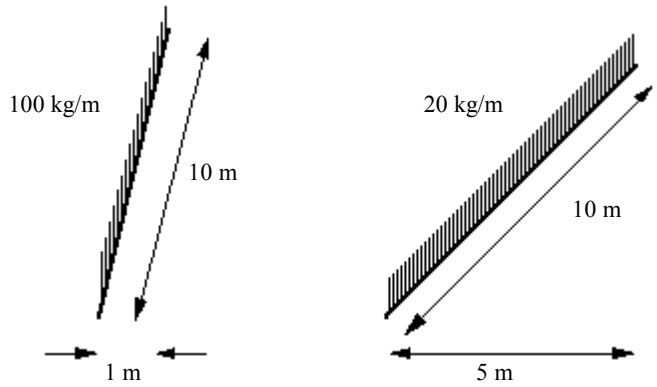
複数（1 つ以上の）の荷重条件がある場合、ダイアログの下にあるチェックボックスを有効にして、すべての自重ケースで同じ自重の設定を適用されます。チェックしない場合、各自重別に設定が違ってきます。

部材自重... で設定される部材自重の影響の有無は、静的解析における自重に対してのみ影響します。Multiframe4D での動的解析では、部材の重さはフレームメニューの部材質量コマンドで指定します。デフォルトの設定として部材の質量が含まれます。

自重は、他の荷重条件と組み合わせることができます。自重荷重の値は、データウィンドウでは表示されません。この値は変更した部材の自重が正確に入力されていることを確認するため解析直前に更新されます。

自重

自重は 2 通りあります。垂直部材には軸方向の荷重 Wz' が分布され、節点 2 から節点 1 へ垂直に作用します。この Wz ' 荷重の値は、印刷レポート、または自重を含む組み合わせ荷重条件で確認できます。垂直でない部材には、部材の水平投影長さを考慮してスケールされた垂直分布荷重がかかります（前述、全体分布荷重を参照してください）。全体分布荷重は応力／水平長さの単位で適用されるので、分布された荷重量を縮尺する必要があります。



例えば、長さ 10m、荷重 100kg、水平投影長さ 1m の部材の場合、正しい自重を適用するには 1m 当たり 100kg の分布荷重が必要となります。同じ 10m の部材で押し出し長さが 5m の場合、自重を正しく適用するために 20kg/m の荷重しか必要ありません。そのため、ほとんど垂直に近く投影長さが小さい部材がある場合、自重による分布荷重の値は非常に高くなります。

荷重条件

Multiframe では、様々な荷重条件をシミュレートするためにいろいろな荷重が定義できます。

複数の荷重条件

1 つの構造に対して一度に 500 個の荷重条件を適用することが可能です。これらの荷重条件は、既存の荷重条件の組み合わせを係数解析して定義することができます。他の荷重条件で使う荷重条件に変更を加える場合、係数解析した荷重条件は自動的に更新され、変化を反映します。前述したように、構造の自重を含む荷重条件を自動的に作ることができます。

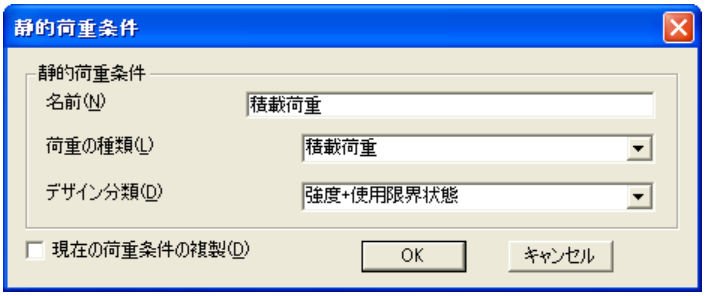
1 つ目の荷重条件は「荷重条件名 1」という名前で定義されます。一度に編集できるのは 1 つの荷重条件だけです。現行の荷重条件名は、ケースメニュー下ではチェックマークが付ており、荷重ウィンドウおよびプロットウィンドウの 2 次元画面では左下に表示します。その荷重条件が他の荷重条件と係数解析された組み合わせであれば、（合計）という表示が、荷重ウィンドウで条件名の後に表示されます。組み合わせた荷重条件から荷重を編集したり、取り除いたりすることはできません。組み合わせた荷重条件に使用する荷重条件の荷重を変更すると、組み合わされた荷重条件も自動的に更新されます。

注意 : 組み合わせ荷重条件には、他の組み合わせ荷重条件をその組み合わせとして含むことができます。しかし、自分よりも新しい荷重条件（＝ケースメニューの荷重条件リスト内で下位に位置するもの）を、組み合わせとして使用することはできません。例えば、荷重条件 3 は、荷重条件 1 と荷重条件 2 を組み合わせて作ることができますが、これに荷重条件 4 を組み合わせることはできません。

静的荷重条件の追加

新しい荷重条件を追加するには、

- **ケースメニューから、荷重条件の追加...を選択し、**
- **荷重条件の追加... のサブメニューから、静的を選択します。**



- **荷重条件の名称を入力します。**

荷重条件に付ける名前には、次に挙げるものを含んではいけません。 ; ^ ! < ／ （

- **荷重の種類とデザイン分類を選択します。**

この情報は将来、Steel Designer で利用されるようになります。

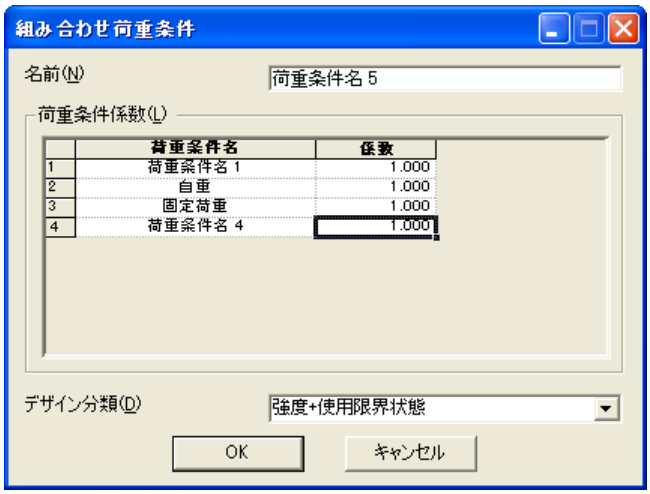
- **OK ボタンをクリックします。**

静的荷重条件の追加時に表示されるダイアログボックスに表示される、現在の荷重条件の複製 チェックボックスを有効にすると、そのとき荷重ウィンドウに表示されている静的荷重条件の複製が作成されます。この機能は、類似した荷重条件を持つ複数の静的荷重条件を作成する際に大変便利です。

組み合わせ荷重条件の追加

新しい荷重条件を追加するには、

- **ケースメニューから、荷重条件の追加を選択し、**
- **荷重条件の追加サブメニューから、組み合わせを選択します。**



- **その荷重条件の名称を入力します（またはデフォルト名をそのまま使用します）。**

荷重条件に付ける名前には、次に挙げるものを含んではいけません。；＾！＜／（

- **既存の荷重条件に対して係数を入力します。**
- **荷重の種類とデザイン分類を選択します。**

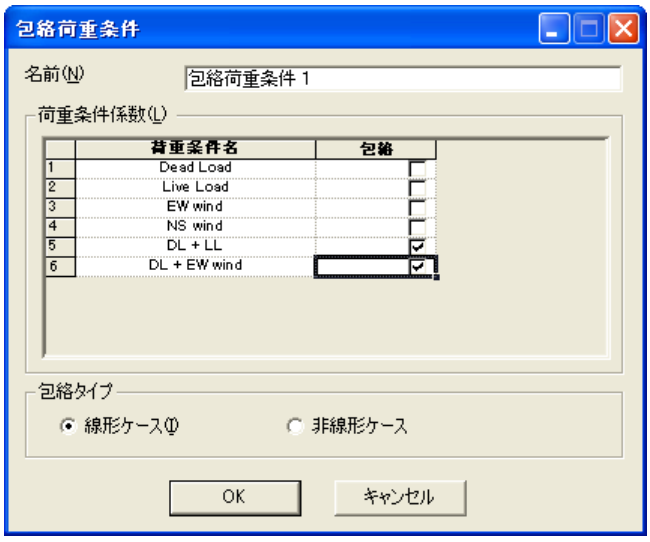
この情報は将来、Steel Designer で利用されるようになります。

- **OK ボタンをクリックします。**

包絡荷重条件の追加

新しい荷重条件を追加するには、

- **ケースメニューから、荷重条件の追加を選択し、**
- **荷重条件の追加サブメニューから、包絡を選択します。**



- **その荷重条件の名称を入力します（またはデフォルト名をそのまま使用します）。**

- **包絡させる荷重条件を選択します。**
- **線形ケースまたは非線形ケースを包絡させる結果として選択します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

荷重条件の編集

荷重条件の名称、または荷重係数を変更するには、

- **ケースメニューから、荷重条件の編集...を選択します。**
- **必要であれば、荷重条件の新しい名称を入力します。**
- **現行の荷重条件が組み合わせ荷重条件ならば、新しい荷重係数を入力します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

荷重条件名には次に示すものを含んではいけません。 ; ＾ ! ＜ ／ (.

注意 : 解析実行後に荷重条件名を変更しても、解析結果は失われませんが、荷重係数を変更すると結果は失われます。

数値での荷重条件の編集

データウィンドウでの荷重条件データ表を表示し、荷重条件の名前と荷重条件係数を編集ができます。この表では、荷重条件名とその係数を表示します。

荷重条件名あるいはその係数を変更するには、

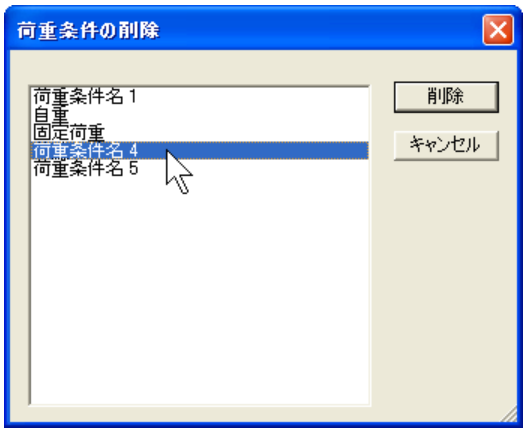
- **変更する値をクリックし、**
- **新しい値を入力します。**
- **Enter キーを押します。**

荷重条件の削除

構造物から荷重条件、その荷重条件に定義されたすべての荷重が取り除かれます。荷重条件を削除するには、

- **ケースメニューから荷重条件の削除...を選択します。**

ダイアログボックスが現れ、リストに既存の荷重条件が表示されます。



- **削除したい荷重条件を選択し、**
- **削除ボタンをクリックします。**

荷重条件名をクリックすることにより、リストにある 1 つの条件が選択されます。複数条件を削除したい場合は、Shift キーを押したまま荷重条件名をクリックします。Shift キーを押したままクリックすると、次に選択したい条件名が追加されます。また、すでに選択されている条件をこの方法でクリックすると選択が解除されます。

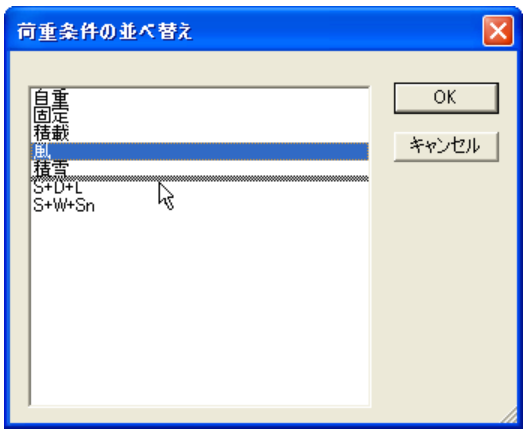
荷重条件の順番並べ替え

リスト表示で荷重条件の順番を替えることができます。

荷重条件を並べ替えるには、

- **ケースメニューから、荷重条件の並べ替えを選択します。**

ダイアログが現れ、現在定義されている荷重条件のリストが表示されます。



位置を変更したい荷重条件名をクリックし、新しい位置にドラッグします。組み合わせ荷重条件で利用された荷重条件の場合、係数されたその荷重条件が組み合わせの荷重条件より前に表示されないといけません。

動的荷重

時刻歴応答解析を行うために Multiframe では、構造に動的荷重を適用することができます。

ロードライブラリー（Multiframe4D のみ）

Multiframe4D では、よく使用する動的荷重をロードライブラリーとよばれるファイルに登録して使用します。ロードライブラリーに登録できる荷重には、測定された振動の加速度スペクトル、節点に作用する荷重が時間で変動する力や加速度で動的にその値が変化するものや地震波（いくつかの過去の地震波）などが含まれています。

Multiframe4D は、起動時にセクションライブラリーと共に、LoadLibrary.llb と呼ばれるファイルを、Multiframe のプログラムと同じフォルダ内、それからカレントドライブの順に探します。もし、このファイルが見つからなかった場合は、ダイアログボックスを表示して、ユーザにファイルが保存されたフォルダの位置をたずねます。

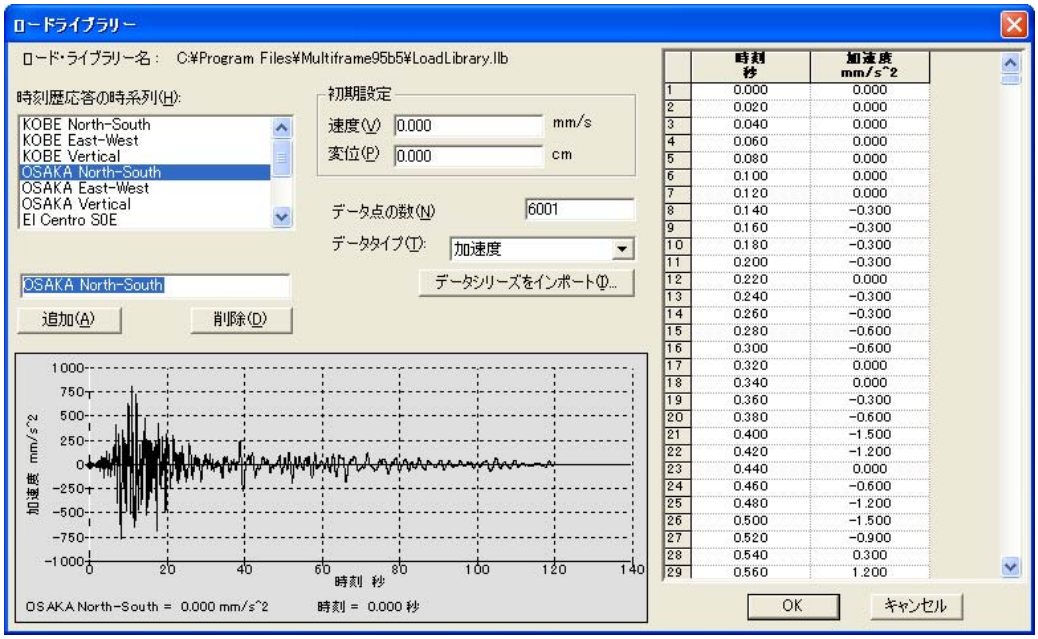
ロードライブラリーにあらかじめ登録されている波形は合計 9 つで、3 つの代表的な地震波形記録から、それぞれ 3 つの方位に対する加速度情報を登録しています。この地震は、メキシコの El Centro 、阪神大震災（神戸と大阪の 2 箇所）とトルコの Izmir です。

ロードライブラリーの編集

動的荷重は、力シリーズまたは加速度シリーズとしてロードライブラリーに登録され、自由に追加、変更、削除することができます。

- **編集メニューから、ロードライブラリー編集... を選択します。**

編集ダイアログが表示され、登録されている力シリーズと加速度シリーズのリストが表示されます。



ダイアログ左上のリストには、登録されているシリーズが表示されます。このリストの下には、リストで選択されたシリーズ名が表示され、ここで名称を編集することができます。

シリーズは、初期速度や初期変位、データ点の数、そしてデータの種類（力か加速度）などの属性を持ちます。

新しいシリーズをライブラリーに追加するには、

- **追加ボタンをクリックします。**
- **シリーズ名を入力します。**

シリーズの初期設定として速度や変位などの属性を入力し、ダイアログボックス右側のシリーズデータを入力します。編集メニューの貼り付け... を使用すると、表計算プログラムなどのセルからデータをコピーすることができます。

ライブラリーに設定するシリーズの終了時間は、動的解析で用いる終了時間よりも大きい値に設定するよう注意してください。もしも解析時にここで設定された時間よりも大きな値が使用されると、その荷重については未定義となります。一定の荷重値に対する時間の設定は、その荷重値が一定である限り、どんなに長く設定してもかまいません。

荷重データのインポート

ロードライブラリーへの動的荷重の入力は、手入力の他に、テキストファイルをインポートすることで行われます。荷重データをインポートするには、

- **データシリーズをインポートボタンをクリックします。**

時系列テキストファイルの入力ダイアログボックスが表示されます。

自由設定を選択した場合の入力データは、タブ区切りフォーマットで各レコードデータに 2 つずつ、最初に時間（秒）の値、次に力または加速度の順番で用意される必要があります。

固定間隔を選択した場合の入力データは、タブ区切りフォーマットで各点に 1 つずつ、力または加速度の値を用意します。

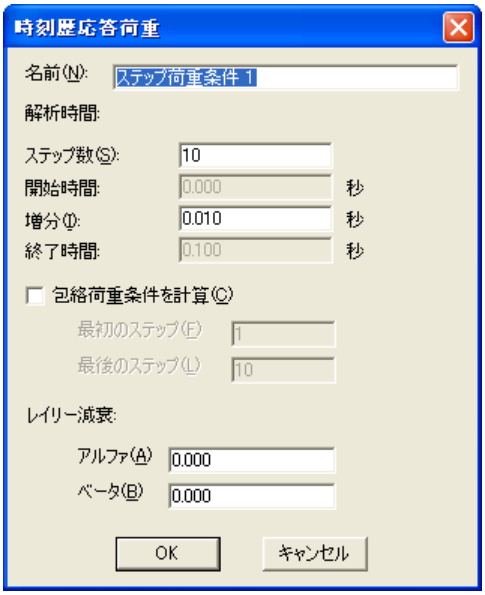
時刻歴応答荷重条件の追加

Multiframe では複数の異なる種類の荷重条件を扱うことができます。具体的には、自重による荷重条件、一般的な静的荷重条件、静的荷重の組み合わせによる荷重条件、1 つまたは複数の節点での動的に変化する力を扱う時刻歴応答荷重条件、そして、拘束された節点での 3 方位までの地震地盤の加速度を扱う地震荷重条件を扱います。

時刻歴応答荷重条件を追加するには、

- **ケースメニューの荷重条件の追加サブメニューから、時刻歴応答... を選択します。**

荷重条件名やステップ数、ステップ毎の時間増分などを入力するダイアログボックスが表示されます。



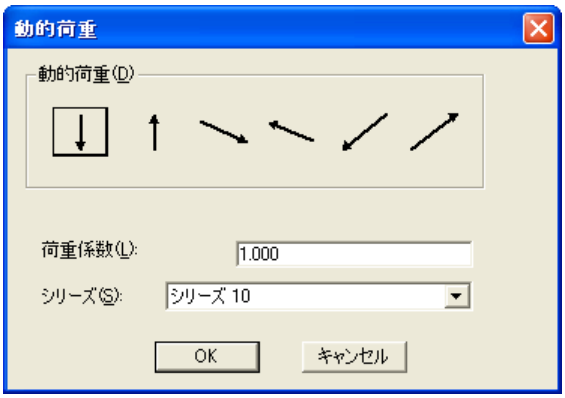
動的荷重の追加

時刻歴応答荷重条件に動的荷重を追加するには、

- **荷重ウィンドウを前面に表示します。**

- **動的荷重を与えたい節点を選択します。**
- **荷重メニューから、動的荷重... を選択します。**

荷重の作用する方向、荷重シリーズ内の値にかけられる係数、そして適用する荷重シリーズの選択、などを行うダイアログが表示されます。



時刻歴応答荷重条件では、力シリーズのみが節点に適用されます。加速度シリーズは地震荷重条件のみで利用できます。

- **必要に応じて荷重係数を入力します。**
- **シリーズを選択し、荷重の作用する全体座標系の方向を選択します。**

時刻歴応答荷重の表示

荷重条件に追加された時刻歴応答荷重をリスト表示するには、

- **表示メニューのデータサブメニューで、ステップ荷重を選択します。**

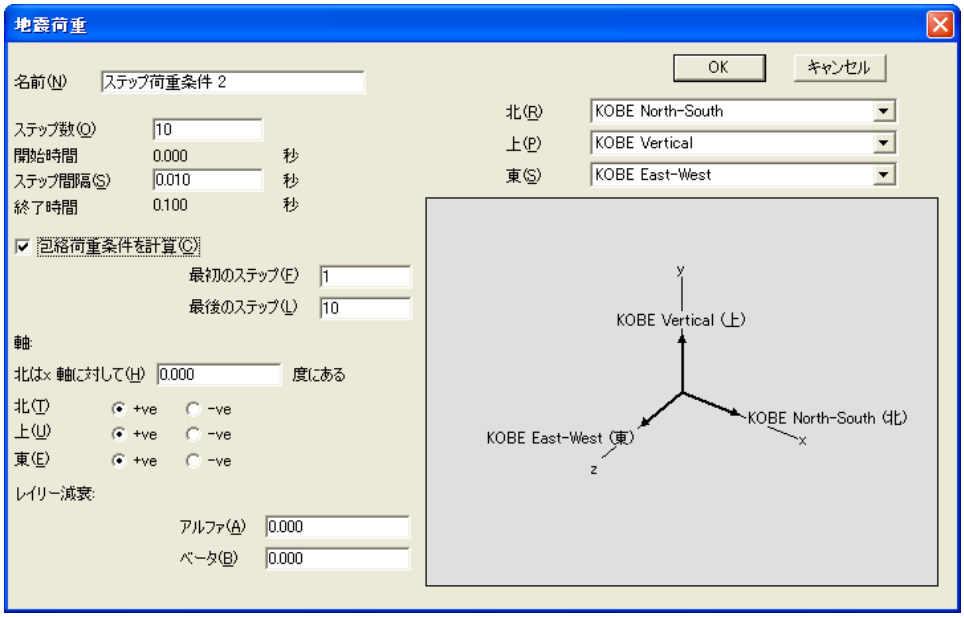
地震による荷重条件の追加

Multiframe4D では、構造に対して動的変化を伴って作用する力を扱う時刻歴応答荷重条件の他に、動的に変化する地盤上のある 1 点における加速度を扱う荷重条件も追加することができます。この最も一般的な利用方法は、フレームに作用する地震のシミュレーションですが、地盤に対するものであれば、他のどのような加速度に対しても利用することができます。解析は構造のすべての拘束された節点に対して、与えられた加速度を適用することで行われます。ここで仮定されていることは、すべての拘束された節点が地盤の加速度に応じて移動する、ということです。解析結果においては、地盤位置に対して、指定した時間内の節点変位を任意の位置で読み取ることができます。このことは拘束された節点の変形はすべてゼロを示し、構造物の変位が全体軸に対して相関していることを意味します。

地震による荷重条件を作成するには、

- **ケースメニューの荷重条件の追加サブメニューから、地震...を選択します。**

荷重条件名やステップ数、ステップ毎の時間増分、適用される加速度シリーズと方向を設定するダイアログボックスが表示されます。



- **荷重条件名を入力します。**
- **解析を行うステップ数を入力します。**
- **各ステップの時間増分を入力します。**

これらの数値の下には、解析される合計時間が表示されます。

- **地盤の加速度が適用される軸の方位を設定します。**

設定方法としては、3 つの軸をそれぞれ**北**、**東**、**上**の 3 方位に設定するのが一般的です。ダイアログボックスでは、北の方位の全体 x 軸に対する角度を度数で入力することで構造に対するこれらの方位を設定するようになっています（y 軸回りに反時計回りを正とします）。方位の向きを反転したいときは、ダイアログボックス内の各方位名の脇に設けられたボタンを操作します。ダイアログボックスでは、こうして設定された方位が図で表示されるため、設定を視覚的に確認することができます。

方位が設定できたら、最後に各方位に適用したい加速度シリーズを設定します。ダイアログボックスの右上に位置するポップアップリストから、各方位に適当なシリーズを選択します。

ステップ間隔の設定

時刻歴応答解析の際に設定するステップ間隔（Δt）には、解析時に構造の固有振動数による影響の有無を左右する作用があり、ステップ間隔（Δt）を高く設定すればするほど、各ステップにおける固有振動数の影響を無視しやすい、すなわちモードを外しやすい設定となります。一般的にステップ間隔 （Δt）は、最大最長モード次数における固有振動周期を T とすると、以下のように設定します。

$$\frac{\Delta t}{T} < 0.1$$

レイリー減衰係数

追加された動的または地震などによる荷重条件には、レイリー減衰係数を設定することで比例減衰作用を設定することができます。レイリー減衰係数は、ダイアログボックス内に表示されたレイリー減衰の、アルファ値とベータ値に 0 以外の値を入力することで設定されます。アルファ値とベータ値については、関連教科書（例えば、Bathe, Klaus-Jurgen 著者の Finite Element Procedures in Engineering Analysis、1982 年発行）を参照してください。

比例減衰作用では、減衰マトリックス C が、質量マトリックス M と剛性マトリックス K のそれぞれに対して比例すると仮定します。

$$C = \alpha \mathrm{M} + \beta \mathrm{K}$$

この値を計算するには、構造の最初の 2 つの振動モードとその際の減衰量に着目し、まず次式を導きます。

$$\alpha + \beta\omega_1^2 = 2\omega_1\xi_1$$

$$\alpha + \beta\omega_2^2 = 2\omega_2\xi_2$$

where ω_1 and ω_2 are the approximate first and second natural frequencies of the frame and ξ_1 and ξ_2 are the critical damping values corresponding to these frequencies .

これより、次式が導かれます。

$$\alpha = \frac{2(\omega_2^2\omega_1\xi_1 - \omega_1^2\omega_2\xi_2)}{\omega_2^2 - \omega_1^2}$$

$$\beta = \frac{2(\omega_2\xi_2 - \omega_1\xi_1)}{\omega_2^2 - \omega_1^2}$$

式の計算

Multiframe では、いくつかのダイアログ項目と計算シートウィンドウで数式を求めることができます。数式には通常の数学演算子の他に一般的の数学関数も使用できます。また、数式には節点や部材の属性を現すいくつかの変数も入れることができます。例えば、L という変数は選択された部材を動作するダイアログで部材の長さを表します。

固有関数

以下の関数は Multiframe で数式の計算にサポートされています。

変数	内容	単位
Sin(*x*)	x のサイン	ラジアンで x
Cos(*x*)	x のコサイン	ラジアンで x
Tan(*x*)	x のタンジェント	ラジアンで x
Arcsin(*x*)	x のアークサイン	度
Arccos(*x*)	x のアークコサイン	度
Arctan(*x*)	x のアークタンジェント	度
Asin(*x*)	x のアークサイン	ラジアン

変数	内容	単位
Acos(*x*)	x のアークコサイン	ラジアン
Atan(*x*)	x のアークタンジェント	ラジアン
Atan2(x,y)	-180° から+180° の範囲で x/y のアークタンジェント	
Arctan2(x,y)	-π°から+π° の範囲で x/y のアークタンジェント	
Sqr(*x*)	x の二乗	
Sqrt(*x*)	x の二乗根	
Exp(*x*))	x の指数	
Ln(*x*)	x の対数	
Log(*x*)	x の 10 を底とする対数	
Abs(*x*)	x の絶対値	
Max(x,y)	x と y の最大値	
Min(x,y)	x と y の最小値	

特別定数

下記の定数は Multiframe で数式の計算にサポートされています。

変数	内容	単位
Pi	Pi 値 (3.14159...)	

節点変数

ある節点の節点荷重、拘束あるいは節点属性を設定するダイアログでは Multiframe が節点の座標を代表する変数を求めることができます。 これらの変数は下記の通りです。

変数	内容	単位
X	節点の x 座標	長さ
Y	節点の y 座標	長さ
Z	節点の z 座標	長さ

ダイアログで入力し、OK を押しますと現在選択されている各節点が順番に計算され、上記の変数が節点の位置と代行され、荷重、拘束あるいは節点属性に適切な値が入れられます。下記のダイアログではこの変数の解析がサポートされています。

- **節点バネダイアログ**
- **節点変位ダイアログ**
- **節点方位ダイアログ**
- **節点荷重ダイアログ**
- **節点モーメントダイアログ**
- **動的荷重ダイアログ**

部材変数

Multiframe は部材の形状属性またはセクション属性を表す変数を含む数式も計算できます。この変数は下記の通りです:

変数	内容	単位
L	部材の長さ	長さ
X1	部材端部 1 の節点の x 座標	長さ
Y1	部材端部 1 の節点の y 座標	長さ
Z1	部材端部 1 の節点の z 座標	長さ
X2	部材端部 2 の節点の x 座標	長さ
Y2	部材端部 2 の節点の y 座標	長さ
Z2	部材端部 2 の節点の z 座標	長さ
B	断面の幅	変位
D	断面の高さ	変位
Tf	フランジ厚	変位
Tw	ウェブ厚	変位
A	断面積	面積
theta	部材方位	ラジアン

その他に、マニュアルの計算シートの章で説明されるセクション属性も計算式に挿入できます。ダイアログで入力して、OK をクリックすると、現在の選択での各々の部材が順に検討され、上記の変数が適切な値で代入され、数式が計算された後に項目の値が設定されます。

下記のダイアログでは部材変数の解析がサポートされています。

- **部材オフセットダイアログ**
- **部材方位ダイアログ**
- **すべての部材荷重ダイアログ**
- **曲げダイアログ (Steel Designer)**
- **引張ダイアログ (Steel Designer)**
- **圧縮ダイアログ (Steel Designer)**
- **制約条件ダイアログ (Steel Designer)**
- **使用限界状態ダイアログ (Steel Designer, AS4100)**

解析をする

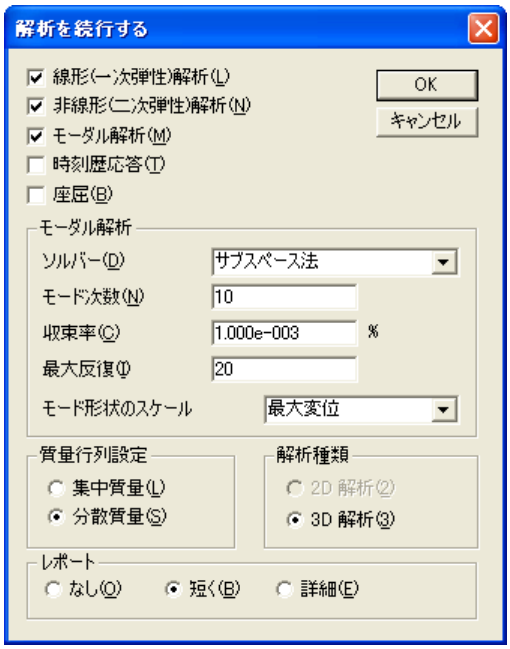
構造、拘束、荷重を設定し終えたら、ケースメニューの解析を実行コマンドを使って、その構造の解析を実行します。解析が実行されると、解析の実行を知らせるプログレスバーが表示されます。

Multiframe は、解析前に構造物をチェックし、問題があれば警戒メッセージを出します。部材のすべてのセクションタイプは指定済みでなくてはなりません。セクションが割り当てられていない部材がある場合は、その旨を知らせるダイアログボックスが表示され、フレームウィンドウにその部材が太線（黒）で表示されます。また、構造内に可動部がある場合や非拘束の節点などがある場合にも修正を促すダイアログボックスが表示されます。

Multiframe 3D/4D

Multiframe で解析を実行するには、

- **ケースメニューから、「解析を実行」を選択します。**



実行する解析は、線形（一次弾性）解析、非線形（二次弾性）解析、モーダル解析、時間歴応答解析、座屈解析から、いずれかまたは複数の組み合わせを選択できます。

2D/3D 設定

ダイアログボックスの右下には、解析の種類を設定するボタンが 2 つあり、解析計算を 2D 設定で行うか、 3D 設定で行うかの指定をすることができます。

ほとんどの構造では、2D のボタンは灰色表示され 2D 設定を選択できないようになります。構造物と節点変位を含む、すべての荷重が完全に X-Y 平面に存在するか、構造物が完全に X-Y 平面に存在し、動的解析あるいは地震の解析だけが選択されている場合にのみ、2D 設定による解析が可能となります。

2D 解析を行う際のメリットには、解析時間を短縮できること、解析時のメモリ使用量を軽減できること、そして、モーダル解析によって 2 次元面内における構造の固有振動数が求められることが挙げられます。

質量マトリックスタイプ

動的荷重や時刻歴応答の解析を行うとき、ダイアログではマトリックスタイプを決めるボタンが選択できます。集中質量あるいは分散質量マトリックスの選択が有効ですが、メモリが少ない場合、集中質量マトリックスの方がメモリを少なく使います。その理由はマトリックスが分離されているのでダイアゴナルのみが保存されるからです。一般的には、集中マトリックスで行った解析が分散マトリックスの結果より固有値振動値がより低いということです。

解析の精度とメモリの使用量について

Multiframe は、システムに解析実行に必要なメモリが十分ないと判断した場合、解析計算の精度を、倍精度から単精度に自動的に変更します。単精度による計算精度は、倍精度のものよりも低くなりますが（単精度は約 7 桁であるのに対し倍精度は 15 桁）、解析に使用する剛性マトリックスがメモリ内で占拠する領域を小さく抑えられるため、同じメモリ条件下では、倍精度よりも大きな問題を扱うことが可能です。単精度による解析の問題点は、剛性マトリックスの値によっては切り捨て誤差の積み重なりが全体の解析精度に悪影響を及ぼすことですが、Multiframe では解析計算を単精度に落とす際、ユーザにその旨を報告するダイアログを表示し、ユーザはここで、解析を実行するか否かの選択を行うことができます。

Multiframe はまた、解析される構造の問題点を事前にチェックするいくつかのエラー検出機能を持っています。例えば、構造に接続されていない部材が構造に含まれている場合や、各構造部材に設定されているセクション属性に、解析に必要な値がすべて含まれていないような場合、Multiframe は解析前にこれを検知し、ダイアログボックスを表示することでユーザにエラーを報告します。

レポート作成

解析ダイアログボックスの下にあるレポートの設定は、解析中にレポートウィンドウに出力されるデータのレベルを設定するために使います。このレポートは非線形解析のみに出力され、収束と反復データや解析に関するエラーメッセージと警告がレポートウィンドウに表示されます。「詳細」の設定では、各反復が終了した時点での変位と応力のノルムがレポートに出力されます。

解析の中止

解析の実行中には画面上にプログレスバーが表示されます。

実行中の解析を途中で中止するには、

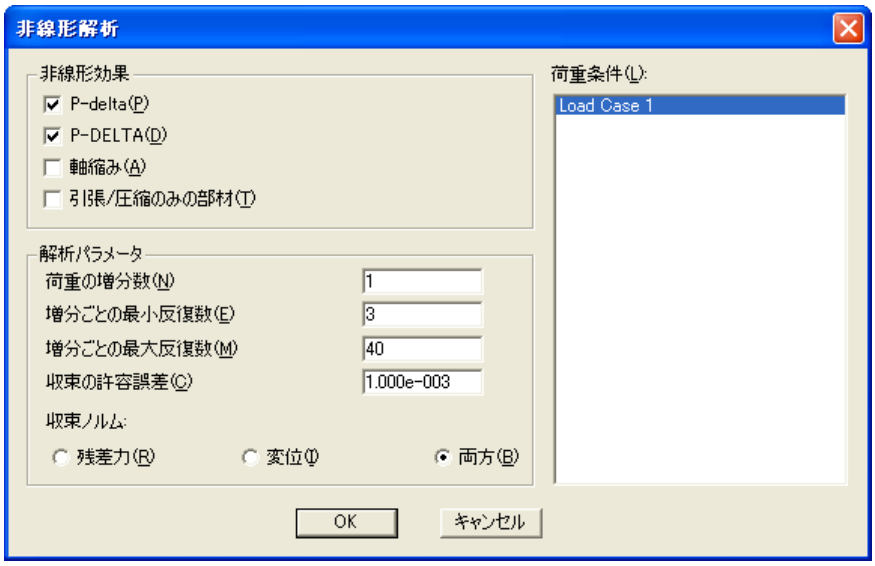
- **Esc キーを押します。もしくは、**
- **プログレスダイアログのキャンセルを押します。**

解析作業が中止され、カーソル形状がもとの状態に戻ります。

Multiframe では解析の実行中に他のプログラムに移動して作業することができます。

非線形解析の実行

非線形解析は、P-δ、P-Δ、 軸縮み効果による非線形性（二次弾性）に基づいて実行されます。非線形解析は、構造の中にあるいずれの「引張力のみ」部材または「圧縮力のみ」部材の影響についても計算に入れて解析します。Multiframe3D のメニューまたは Multiframe 4D の解析ダイアログのいずれかによって非線形解析の実行を選択すると、非線形解析ダイアログボックスが表示されます。このダイアログでは、非線形効果解析を考慮に入れるか、解析プロセスに影響するパラメータの数、解析される荷重条件を指定します。



それぞれの荷重条件に対する非線形解析の結果は、異なる非線形効果および解析パラメータを使って個別に生成されます。ある荷重条件に対する非線形結果を生成するのに使用する設定は、解析設定データシートから容易に得られます。それぞれの非線形効果および解析パラメータについては、下記を参照してください。

P-delta 効果

P-delta（P-δ）効果は、部材内の軸力によって部材中に誘発される二次的なモーメントを表します。部材の剛性は引張力によって増加し、圧縮力によって減少します。

P-Delta 効果

P-Delta（P-Δ）効果は、構造が変形する際にその構造中に誘発される二次的な曲げモーメントを表します。元の構造と相対的に動いた荷重の移動によって、付加モーメントが生成されます。Multiframe では、これは有限変位法を利用して計算され、元の位置よりの回転を考慮し、部材の空間上の変化をより正確に表現します。

軸縮み

部材の曲げによる部材の軸縮みをモデル化でき、解析に考慮することができます。ほとんどの場合、部材の曲げによる縮みの影響は少ないですが、曲げ応力が大きい部材に関しては、部材長の変化を考慮する方がよいかも知れません。Multiframe では、部材の端部に作用するモーメントによる部材の縮みのみが考慮されています。部材に適応されている荷重の効果は全く考慮されていません。

「引張力のみ」部材および「圧縮力のみ」部材

「引張力のみ」部材および「圧縮力のみ」部材は、非線形解析の考慮の対象となります。これらのタイプの部材は、部材の軸変形に基づいてそれぞれの反復の終わりに構造から削除したり構造に戻すことができます。

解析パラメータ

Multiframe の非線形解析は、ニュートンラプソンの解析法を使って実行します。荷重増分数、反復の最大数および最小数、収束許容誤差、収束ノルムのタイプを調整しながら、解析プロセスを操作することができます。

荷重の増分数：荷重を構造に適用するステップの数。ほとんどの解析では、単一の荷重増分の使用で十分です。

増分ごとの最大反復数：単一の荷重増分の中で実行される反復の最大数。この値を設定することによって、収束しない解析を回避します。

増分ごとの最小反復数：単一の荷重増分の中で実行される反復の最小数。解析時間をそれほど重要視しない限りは、解析が確実に収束するように最小 3 の反復数を使用することをお勧めします。これは、信頼できる解析を得るために複数の反復が必要となる、「引張力のみ」および「圧縮力のみ」の解析の中で特に重要になります。

収束許容誤差：ソルバーは、選択された収束ノルムが収束許容誤差を下回るまで繰り返しを続けます。許容誤差が小さいと解析の精度は高まりますが、解析時間は長くなります。

収束ノルム：増分ごとにおける解析の収束は、残差力または（ひずみ変位）を使ってテストします。残差力ノルムは、1 つの反復が終わった時点での最大不つり合い力を現在の増分に適用された最大応力で割ることによって計算します。変位ノルムは、構造中のあらゆる節点における最大総合変位によって基準化される、ある反復における変位の最大変化として決められます。ユーザは、これらのノルムのいずれかまたは両方を使って収束をテストします。解析の終わりに両方のノルムの値が小さいことが望まれるので、解析時間を重視しない場合は両方のノルムを使用することをお勧めします。

座屈解析

Multiframe では、設定した参照荷重条件に対し構造の座屈形状を決定する座屈解析が可能です。この解析は、弾性限界荷重（ECL）解析を行い、以下で定式化される座屈固有値解析を行います。

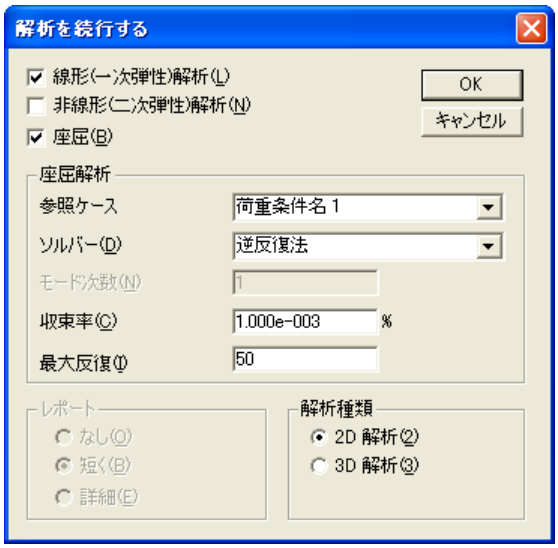
$$[\mathbf{K}_e + \lambda \mathbf{K}_g]\{\mathbf{U}\} = \{\mathbf{0}\}$$

ここで、$\mathbf{K}_e$ は弾性剛性マトリクス、$\mathbf{K}_g$ は設定された参照ケースの荷重 $\mathbf{P}_{ref}$ から計算される幾何剛性マトリクスです。λ は荷重係数あるいは倍率になります。この方程式は、複数の λ（固有値）と対応する異なる座屈モードを表すモード形状を計算します。上記の方程式を満たす最小荷重比率は、限界荷重比率(λ_c)となり、弾性限界荷重$\lambda_c \mathbf{P}_{ref}$ を与えます。ここで重要な点は、参照荷重条件が構造における応力の分布を定義しているということです。応力の相対的な分布は、参照荷重条件のすべての比率が同じであるとした解析結果によって仮定されます。

座屈解析の精度は、解析対象モデルの部材数に依存します。他の解析計算と違い、座屈解析では、対象とする構造モデルの各構成部材が 2 部材以上でモデル化されることが要求されます。実際には、各構成部材は少なくとも 4 部材以上でモデル化します。さらに、精度よく計算を行うためには、より多く部材分割された構造モデルでの計算が必要です。

座屈解析の実行時には、正確な拘束、つまり部材の座屈に抵抗する 2 次部材のモデル化も重要になります。線形解析においてこのような拘束はそれほど重要ではありませんが、座屈解析において面外座屈は重要であり、それは中間の拘束の存在によって大きく影響を受けます。

Multiframe 3D において解析を続行するダイアログで座屈解析を選択した場合、ユーザは解析に必要な 4 つの値を変更することができます。ユーザが入力する 5 つの値については、以下を参照してください。



Multiframe 4D での座屈解析では、解析を続行するダイアログで設定した後、また別の座屈解析ダイアログが開きます。ユーザが入力する値については、以下になります。

参照ケース

参照ケースは、構造モデル上の力の分布を指定するために使用される荷重条件です。この荷重は、座屈モードを決定するためにスケーリングされます。

ソルバー

2 つの計算法があります。逆反復法は、デフォルトの解析法であり、解析速度が速いため多くの場合に使用できます。しかし、逆反復法では最初の座屈ケースだけを計算します。2 つ以上の座屈モードが必要な場合や逆反復法で収束しない場合、ヤコビ法を選択することができます。ヤコビ法は解析速度が遅くなりますが、1 つ以上の座屈モードの計算が可能です。この計算法は非常に遅くなりますので、大規模モデルには適しません。

モード数

必要な座屈モードの数を定義します。この値は 1 から 50 の間を指定します。逆反復法を使用している場合には、1 つの座屈モードのみになります。

収束の許容誤差

収束エラーのための最小値を指定します。収束誤差がこの値以下の場合、解は収束したとみなされます。収束誤差は、逆反復法のような反復計算が行われている場合に毎回の反復計算の最後に計算されます。

この値は 1.0 e-3 を設定すれば、通常問題のない結果が得られます。

最大反復

最大反復では、解が収束しない場合に計算される 1 以上の反復回数を指定します。

オプション

Multiframe4D の 3 次元モデルの座屈解析では、2 つの追加オプションがあります。オプションを選択すると、ねじれと曲げの相互作用に関係する幾何剛性マトリクスに拡張された方程式を利用します。この方程式の詳細は、McGuire, Gallagher と Ziemian の文献を参照してください。

モーダル解析の実行

Multiframe4D では構造物のモーダル解析を行い、20 個までの固有振動数とそれぞれについてのモード形状を計算します。最も固有振動数の低いものから順番にモード形状を生成します。

解析ダイアログでモーダル解析が選択された場合、ユーザは以下の 5 つの値を設定することができます。

1. 解析方法

サブスペースイテレーション法（Subspace iteration）はデフォルトの解析法であり、ほとんどの場合この方法をお勧めします。ただし、サブスペース法が収束しない場合、Jacobi（ヤコビ）法の選択ができます。ヤコビ法が適しているのは、通常比較的小さな構造の場合で、非常に近いモードを計算します。

2. モード次数

モード次数では、計算する固有周波数とモード形状の数を定義します。最大モード次数は 50 次です。

3. 収束率

収束率は、収束エラーを起こす際の収束率の最小値を定義します。解析では、各イテレーション行の終わりに下の計算式に示される収束エラー値が算出され、これがこの収束率よりも小さいと解析は成功したとみなされます。

$$\text{Convergence Error} = \sum_{i=1}^{\text{Max Modes}} \left(\frac{\omega^2_{i,k+1} - \omega^2_{i,k}}{\omega^2_{i,k}} \right)^2$$

where $\omega_{i,k}$ = Natural Frequency i after iteration k.

収束率は 1.0 e-3 からの値を設定すれば、通常は問題のない結果が得られます。

4. 最大反復 最大反復では、解析が失敗と判断されるまでに繰り返される 0 以上のイテレーション回数を規定します。

5. モード形状のスケール モード形状のスケールでは、モード形状をスケールするために用いられる手法を指定します。最大変位を 1 とする手法、もしくは単位質量を 1 とする手法を選択できます。

値の選択に確信が持てない場合、ほとんどの解析に適したデフォルト値を利用することを勧めます。

時刻歴応答解析の実行

動的荷重あるいは加速度を一度定義し終わったら時刻歴応答解析を行い、指定された各時刻ステップで構造物のレスポンスを計算できます。

解析結果を見る

Multiframe の解析では構造物に生じる力と変位を計算するために、剛性マトリックス法解析を実行します。計算される応力は曲げモーメント、せん断力、トルク、軸力です。該当する応力度も計算されます。計算される変位は、節点の変位と回転とたわむ際の部材に沿った変位です。解析結果は結果ウィンドウでは数値で見ることができ、またプロットウィンドウではグラフで表示されます。

結果ウィンドウ

解析結果の数値表は結果ウィンドウに表示されます。結果ウィンドウをクリックして一番手前に持ってくるか、ウィンドウが出ていない場合は、ウィンドウメニューから結果を選択します。構造物に変更を加えてから解析がまだ行なわれていない場合、結果ウィンドウには何も表示されません。

結果ウィンドウには、11 シートの結果表（Multiframe3D は 10 シート）を表示することができます。具体的には、節点変位、節点反力、部材応力、最大応力、部材応力度、最大応力度、部材細部、バネの応力、部材端部バネの応力、固有値振動数そして断面算定の 11 つで、それぞれ一度に 1 つずつ結果ウィンドウに表示することができます。結果ウィンドウにどの表を表示するかは、表示メニューの、結果サブメニューからその選択を行います。現在表示されている表には、サブメニュー上にチェックマークが表示されます。または、ウィンドウ下部のタブも使うことができます。

結果ウィンドウに解析結果を表示できる荷重条件は、一度につき 1 つのみです。表示する荷重条件を変更するには、ケースメニューの下部に表示された荷重条件名をクリックして行います。現在表示されている荷重条件には、メニュー内の荷重条件名の左脇に、チェックマークが表示されます。

計算結果を見る時は、ウィンドウメニューに用意された結果レイアウトコマンドを使用すると便利です。このコマンドを選択すると、プロット、荷重、結果、の 3 ウィンドウが 1 つの画面に配置され、グラフと数値の両方のデータを同時に表示させることができます。プロットと荷重ウィンドウでは、ビューメニューのシンボル...を使って設定を行うと、節点や部材の番号を表示できることができ、この表示設定をさらに使いやすくすることができます。

結果ウィンドウに表示されるすべての表中で、各列の幅は、各列の間の縦線をドラッグすることでサイズを変更することができます。また、表中のフォントと文字サイズは、ビューメニューのフォント...で変更します。数値の表示形式は、数値...コマンドで変えることもできます。

Windows 版では、表の列のヘッダーを右クリックすると、その列の並べ替えあるいは、隠すことができます。ヘッダーのある範囲を選択すれば、右クリックで隠れている列が再表示されます。

結果ウィンドウに表示されたデータは、クリップボードに保存することで、他のアプリケーションで利用することができます。

表中のデータを 1 つクリップボードにコピーするには、

- **コピーしたいデータをクリックします。**
- **編集メニューから、コピーを選択します。**

表中の列全体をクリップボードにコピーするには、

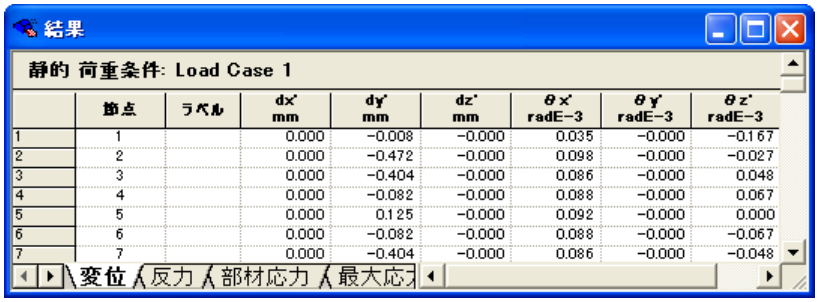
- **コピーしたい列の見出しをクリックします。**
- **編集メニューから、コピーを選択します。**

行番号をクリックすると、その行全体を選択することができ、また表の左上をクリックすると、表全体を選択することができます。

節点変位の結果表示

節点変位を表示するには、

- **表示メニューの結果サブメニューから、変位を選択します。**



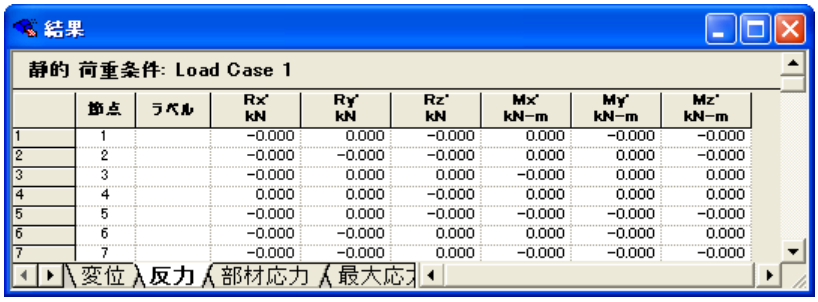
節点変位表の各行には、左から、各節点に対応する節点番号に続いて、各全体座標軸に対する変形量と回転角の値が 6 つの列に表示されます。各列の表題下には、それぞれに使用される単位が表示されます。

この結果表の変位は、各節点での部材自由度の方向に表示されます。これは節点の方位によって定義されます。

節点反力の結果表示

節点の反力を表示するには、

- **表示メニューの結果サブメニューから、反力を選択します。**



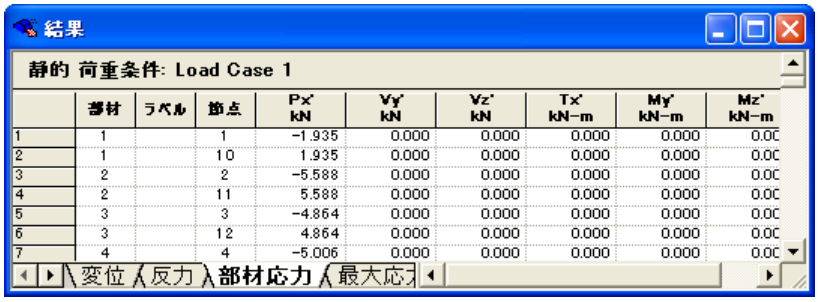
節点変位表の各行には、左から、各節点に対応する節点番号に続いて、各全体座標軸に対する反力の値が表示されます。表の下には、合計が表示されます。また、各列の表題下には、それぞれに使用される単位が表示されます。

この結果表の反力は、各節点での部材自由度の方向に表示されます。これは節点の方位によって定義されます。

部材応力の結果表示

部材の応力を表示するには、

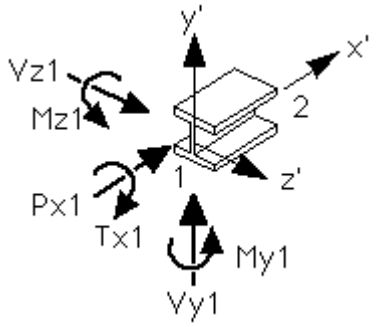
- **表示メニューの結果サブメニューから、部材応力を選択します。**



	部材	ラベル	節点	Px' kN	Vy' kN	Vz' kN	Tx' kN-m	My' kN-m	Mz' kN-m
1	1		1	-1.935	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
2	1		10	1.935	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
3	2		2	-5.588	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
4	2		11	5.588	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
5	3		3	-4.864	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
6	3		12	4.864	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
7	4		4	-5.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00

節点変位表の各行には、左から、部材番号と節点番号に続いて各値が表示されます。

結果ウィンドウに表示された部材応力表の例を下に示します。節点 2 における応力は、節点 1 と同じ表示符合を用います。モーメントの表示符合は、“右手の法則”に従います（すなわち、右手の親指を回転軸の正の方向を指したときに、他の指が回る方向がモーメントの正の向きです）。



最大部材応力の結果表示

部材の応力を表示するには、

- **表示メニューの結果サブメニューから、最大部材応力を選択します。**

	部材	ラベル	符号	Mz' kN-m	My' kN-m	Vy' kN	Vz' kN	Px' kN	Tx' kN-m
1	**1**		**+ve**	**0.000**	**0.000**	**0.000**	**0.000**	**0.000**	**0.00**
2	1		-ve	0.000	0.000	0.000	0.000	-1.935	0.00
3	1		abs	0.000	0.000	0.000	0.000	1.935	0.00
4	**2**		**+ve**	**0.000**	**0.000**	**0.000**	**0.000**	**0.000**	**0.00**
5	2		-ve	0.000	0.000	0.000	0.000	-5.588	0.00
6	2		abs	0.000	0.000	0.000	0.000	5.588	0.00
7	**3**		**+ve**	**0.000**	**0.000**	**0.000**	**0.000**	**0.000**	**0.00**

最大応力のデータ表は、それぞれの部材番号と部材ラベルを 1 カラム目、2 カラム目に表示します。残りのカラムに 6 つの部材応力と 2 つの変位の最大値が表示されます。それぞれの部材の最大値は、部材応力の最大絶対値、最大の正の値、最大の負の値が 3 行にそれぞれ表示されます。

部材応力度の結果表示

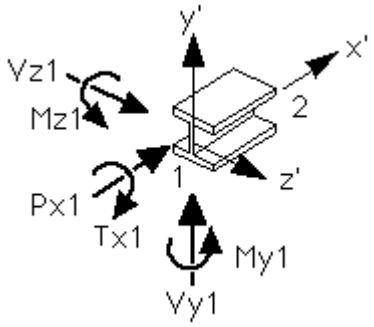
部材応力度を表示するには、

- **表示メニューの結果サブメニューから、部材応力度を選択します。**

部材応力度の表は部材応力の表に類似しています。この表は、各部材番号、部材ラベル、部材の各端部の節点を左端カラムに表示します。他のカラムでは、部材の端部での応力度が示されます。

最大応力度のデータ表は、それぞれの部材番号と部材ラベルが 1 カラム目、2 カラム目に表示され、残りの 11 カラムに 11 つの応力が表示されます。

結果ウィンドウに表示された部材応力度表の例を下に示します。節点 2 における応力は、節点 1 と同じ表示符合を用います。モーメントの表示符合は、“右手の法則”に従います（すなわち、右手の親指を回転軸の正の方向を指したときに、他の指が回る方向がモーメントの正の向きです）。



最大部材応力度の結果表示

部材応力度を表示するには、

- **表示メニューの結果サブメニューから、最大部材応力度を選択します。**

最大部材応力度のデータ表は最大部材応力の表に類似しています。それぞれの部材番号、部材ラベルおよび部材の各端部の節点が左端カラムに表示され、残りのカラムに部材内の部材端部での最大応力度が表示されます。

部材細部の結果表示

プロットウィンドウで選択されている部材の、詳細な部材応力と応力度表を表示するには、

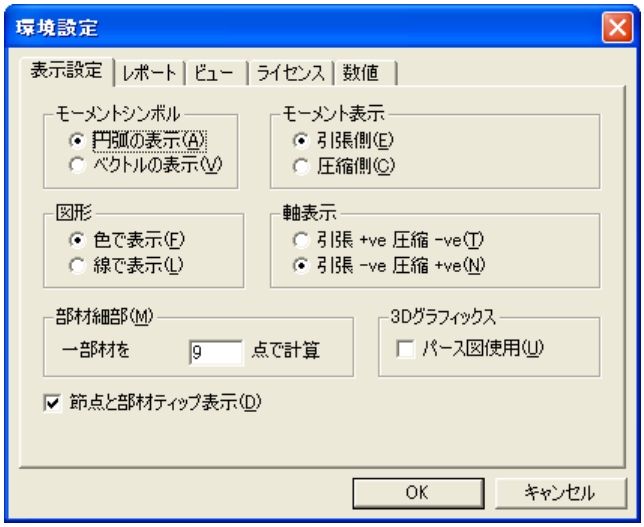
- **その部材をダブルクリックし、その部材のみの応力図を表示します。**
- **表示メニューの結果サブメニューから、部材細部を選択します。**

この表には、現在プロットウィンドウで選択されている部材の、各点における部材応力と応力度が表示されます。ここに表示される値の符号は、部材のダイアグラムに対応しており、環境設定ダイアログボックス内で設定されます（プロットウィンドウに関する、以降の解説を参照してください）。

部材上の応力、応力度と変形は、等分割された各点において表示され、分割数は自由に設定することができます。

部材細部の表示で、この点の分割数を設定するには、

- **編集メニューから、環境設定...を選択します。**



- **部材細部で、分割数を入力します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

分割数は、2 から 64 の間の値を取ってください。

表の距離または距離の部材全長に対する割合を表に直接入力すれば、位置を特定して応力と変形の値を表示させることができます。第 1 列目には、節点からの距離の部材全長に対する比率を入力することができます。例えば、0.333 は部材の 3 分の 1 の地点であることを示します。第 2 列目には、部材の節点からの距離を入力します。

表中のデータ点の位置を、部材長に対する距離の比率を変えることで変更するには、

- **変更したいデータ行の第 1 列目の値をクリックします。**
- **新しい距離の比率を入力します。**
- **Enter キーを押します。**

そのデータ行の値は再計算され、新しい位置でのデータが表示されます。

表中のデータ点の位置を、距離を変えることで変更するには、

- **変更したいデータ行の第 2 列目の値をクリックします。**
- **新しい距離を入力します。**
- **Enter キーを押します。**

そのデータ行の値は再計算され、新しい位置でのデータが表示されます。

バネ部材の応力の結果表示

バネ部材の応力を表示するには、

- **表示メニューの結果サブメニューから、バネ部材の応力を選択します。**

バネ部材の応力のデータ表は、それぞれの部材番号、部材ラベル、部材の節点をはじめの 3 つのカラムに表示します。残りのカラムには、バネ部材の 6 つの応力値を表示します。

部材端部バネの応力の結果表示

部材端部バネ部材の応力を表示するには、

- **表示メニューの結果サブメニューから、部材端部バネの応力を選択します。**

モデル上の部材端部バネそれぞれについて、部材端部バネの応力表のはじめの 3 つのカラムは、端部バネの設定されている部材番号、部材ラベル、端部バネの位置する部材端を表示します。残りのカラムは、部材端部バネそれぞれの 6 つの応力値を表示します。

非線形解析の結果表示

Multiframe は、それぞれの静的荷重条件について線形解析および非線形解析の結果を個別に保存します。ケースメニューから結果の種類（線形・非線形）を選択するか、または荷重条件ツールバーの線形/非線形ボタンをクリックして、特定の荷重条件に関する線形解析および非線形解析の結果を切り替えることができます。

特定の荷重条件に関連する非線形結果は、荷重条件の名称および結果の生成に使用する非線形効果の追加リストによって指定できます。非線形効果の略号は、次のようになります。

P-d	P-δ 効果
P-D	P-Δ 効果
AS	軸縮み
TO	「引張力のみ」部材
CO	「圧縮力のみ」部材

例えば、P-δ および P-Δ 効果の両方を計算に入れた非線形解析の結果には、"荷重条件名 1 (P-d, P-D)"という名前が付けられます。

この名前は、プロットウィンドウおよび結果ウィンドウに非線形結果が表示されるときに使われます。また、レポートまたはデザインダイアログで結果を選択するときにも使用します。

固有値振動解析の結果表示（Multiframe4D のみ）

Multiframe4D では、モーダル解析の結果を表示することができます。

- **表示メニューの結果サブメニューから、固有値振動を選択します。**

各行は、モード形状ごとの周波数と周期を表示します。また、データ表はそれぞれのモード形状に対するモード質量と同様に、それぞれの方向での刺激係数、刺激質量比を表示します。各列の表題下には、それぞれに使用される単位が表示されます。

部材座屈の結果表示

座屈解析結果表を表示するには、

- **表示メニューから、結果サブメニューの部材座屈を選択します。**

各行には、部材の軸力と部材の強軸、弱軸両方の座屈に関する有効長さおよび座屈の有効長さ係数が表示されます。

時刻歴応答の結果表示（Multiframe4D のみ）

時刻歴応答の解析結果はファイル保存され、そのファイル名は、＜ファイル名＞.mth となります。

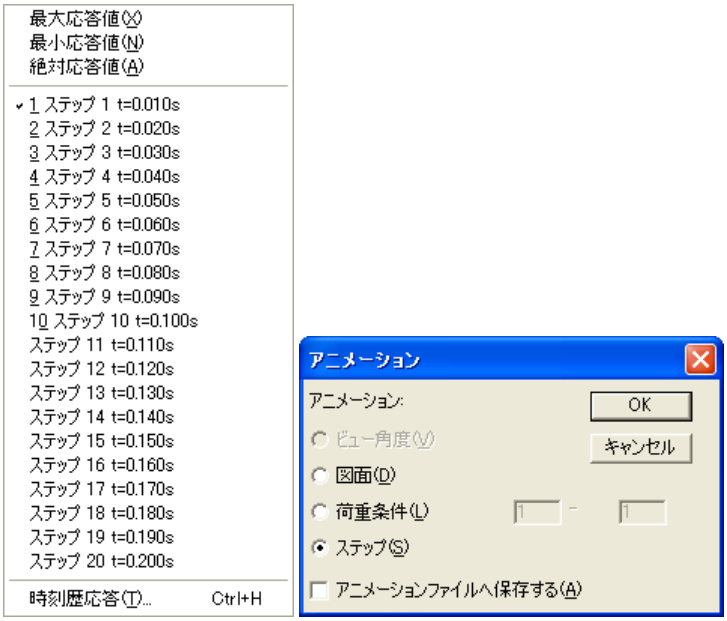
解析に使用したフレームを開いている間は、このファイルを消去してはいけません。

モーダルまたは地震による荷重条件における、ステップごとの解析結果を表示するには、

- **時刻メニューから、該当するステップを選択します。**

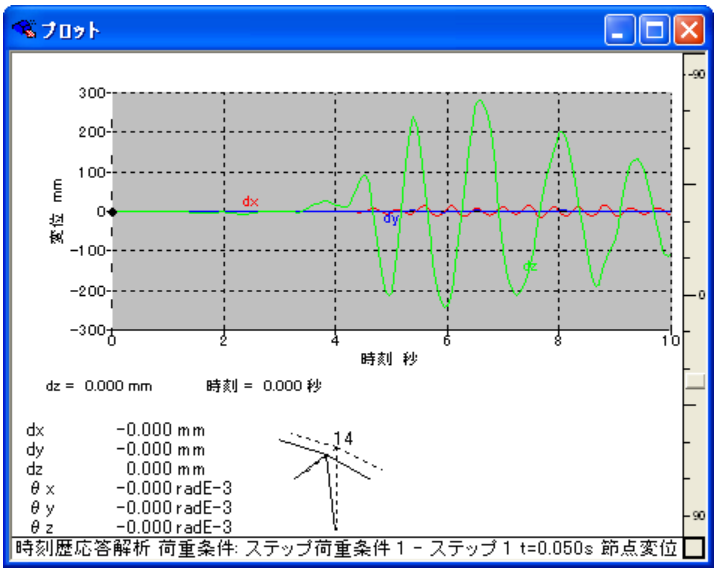
結果をみる最も良い方法は、

- **表示メニューから、アニメーション...を選択します。**
- **ステップを選択します。**



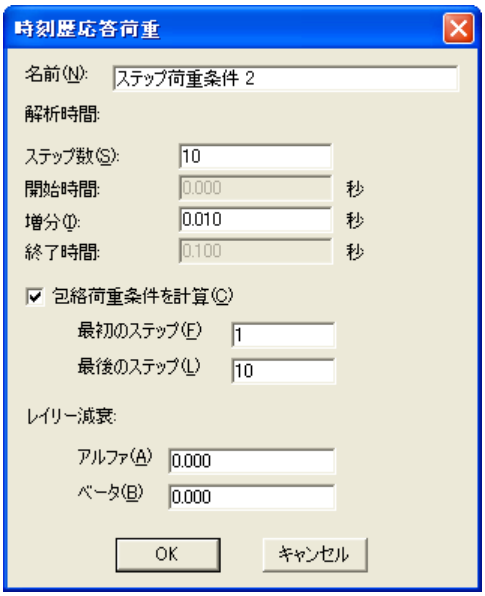
こうすると、すべてのステップにおける変形をアニメーション表示します。

動的荷重または地震による荷重条件に、増分が 1 つだけ設定されている場合には、静的荷重条件での結果とまったく同じ結果が得られます。また、プロットウィンドウで節点を選択すると、すべてのステップにおける節点の挙動がグラフ表示されます。



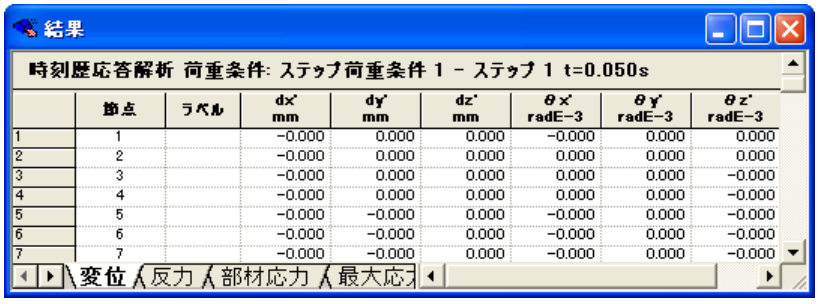
時刻歴応答の包絡荷重条件の表示（Multiframe4D のみ）

動的荷重条件、または地震による荷重条件の編集ダイアログボックスで、包絡荷重条件を計算 チェックボックスをオンにしておくと、時刻歴応答における包絡荷重条件が計算されます。ダイアログボックスでは、包絡荷重条件の計算を行う、ステップの範囲を指定することができます。



包絡荷重条件では、端部での最大応答値、最小応答値、絶対応答値を算出と同時に、必ず絶対最大変位値を計算します。動的または地震解析の際の応答値の範囲を見るときに利用します。

結果ウィンドウで計算結果を見る際、タイトルバーでは現在の節点の自由度とその値の該当する時刻歴応答ステップが表示されます。



プロットウィンドウ

プロットウィンドウでは、4 種類の応力図と変形図を表示します。構造全体の図面、それぞれの部材の図面、節点での反力の図面、節点での変形図です。

一度に 1 つの荷重条件の解析結果がプロットウィンドウに出力されます。ケースメニューにある荷重条件の項目を選択することによって、どの荷重条件を表示するかを指定できます。現行の荷重条件は、荷重メニューの荷重条件名の横にチェックマークが付いています。また構造が表示している時、現行の荷重条件名が、プロットウィンドウの左下に表示されています。

構造全体、またはそれぞれの部材の図面を表示する際、表示メニューのサブメニューを選択し、どの変数を表示するかを指定することができます。現行の変数はメニューの中でチェックマークがついています。また、これはプロットウィンドウの下部にも表示されます。

表示メニューのシンボル...コマンドを使うと、図面にどのシンボルを表示させるかを設定することができます。

シンボルの表示を設定するには、

- **表示メニューから、シンボルを選択します。**

プロット値の表示を有効にすると、軸力図と応力図における各ラベルには、引張と圧縮を区別するために、それぞれ T （Tension） と C （Compression） の文字が添えられます。

このダイアログの設定を保存して、次回 Multiframe を利用するときに有効にするには、ダイアログの下にある設定を保存するオプションを選択します。

反力

解析の節点反力結果はプロットウィンドウでグラフィックに表示できます。その反力は矢印で表示され、矢印の尻尾が反力の値によってスケールされています。尻尾は必ず最低長さで表示されますので微少な反力でも表示されます。

ユーザはシンボルダイアログ で応力とモーメント反力のどちらかあるいは両方を表示することが選択できます。プロットツールバーではこの反力の表示をオン／オフするためのショートカットボタンが用意されています。また、シンボルダイアログでは各反力のラベルを表示するためのオプションと小さい反力の方がカラーが薄いシェーディングで表示されるオプションが用意されています。

構造図

構造の全体図面ではモーメント、せん断力、軸力、トルクと変形が表示できます。プロットウィンドウで全面図面を表示する際、それぞれの部材の応力図は部材の上に重ねて表示されます。変形を表示する場合、構造の全体の変形を誇張した図が描かれます。Multiframe4D で動的モーダル解析の結果を表示している場合は、ウィンドウにはその荷重条件におけるモード形状が表示されます。Multiframe は構造のサイズ、応力と変位に合ったスケールを選びます。すべての静的荷重条件は同じスケールで描かれます。モーダル解析結果は無次元になります。

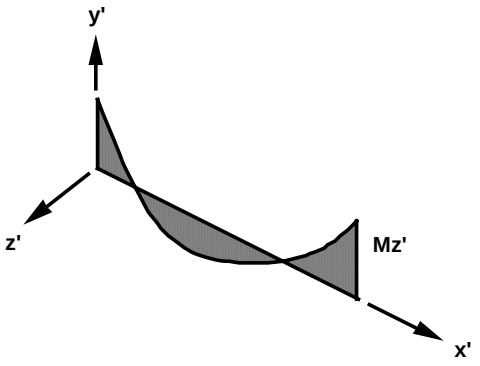
図面のスケールを拡大し、結果を強調するには、

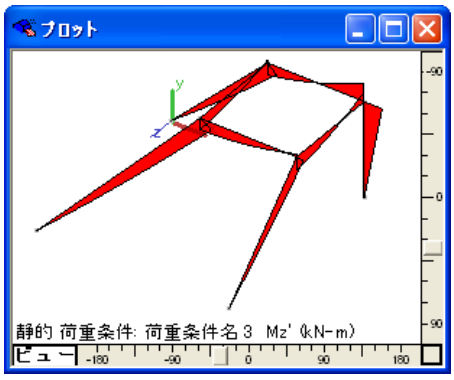
- **表示メニューから、プロット...を選択します。**

構造の表示を変更するには、プロット ウィンドウの拡大、縮小、パン（移動）、ウィンドウサイズを使用します。3 次元図面の場合は、縦横のローテーション・バーを使って見方を変えることもできます。

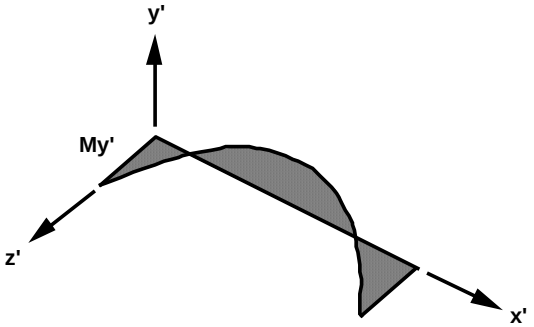
プロットウィンドウで表示できる 6 つの応力図は、次の通りです。

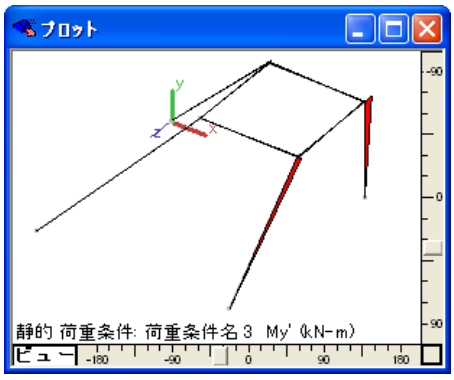
Mz'　　部材の部材 z' 軸に関する曲げモーメント（面内モーメント）



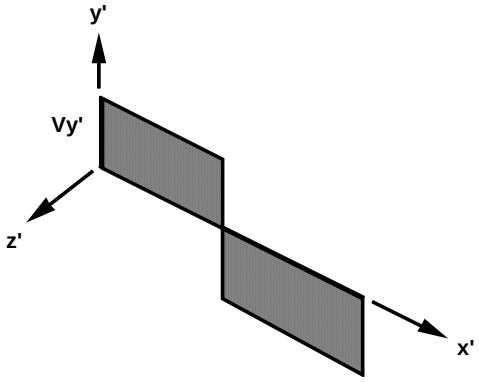


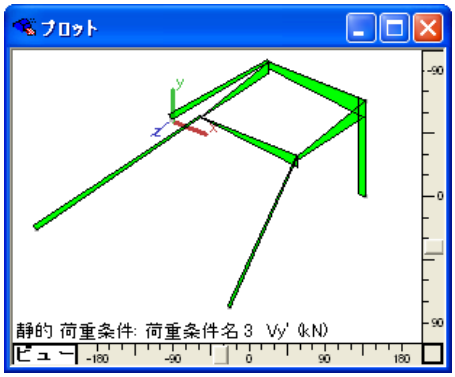
My'　　部材の部材 y' 軸に関する曲げモーメント（面外モーメント）



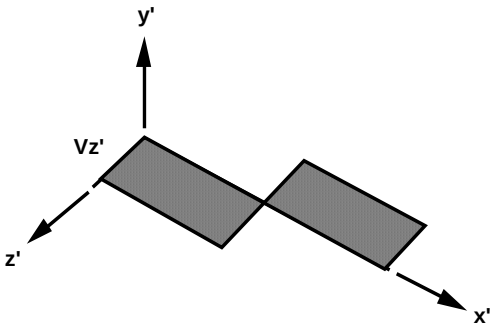


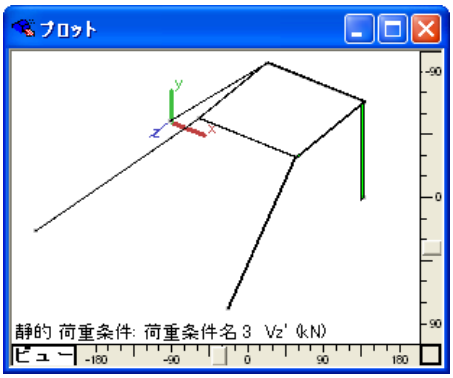
Vy'　　部材の部材 y' 軸方向のせん断力（面内せん断力）



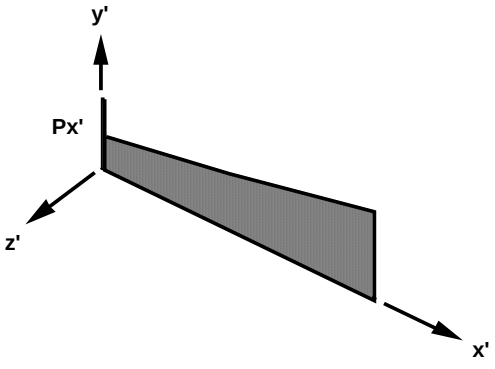


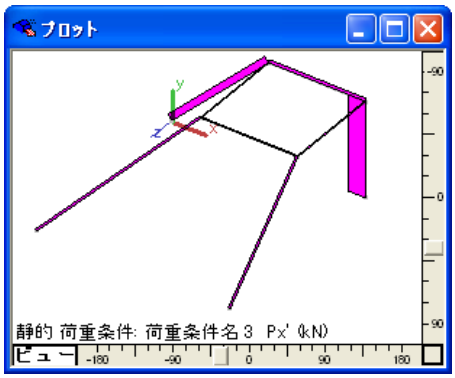
Vz'　　部材の部材 z' 軸方向のせん断力（面外せん断力）



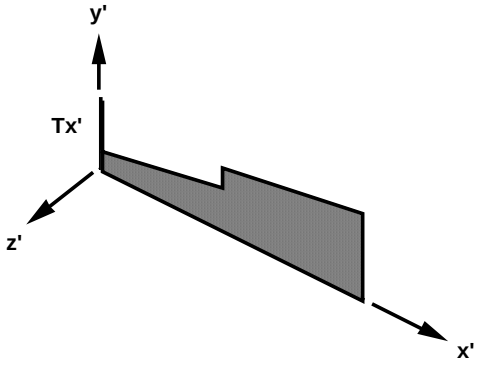


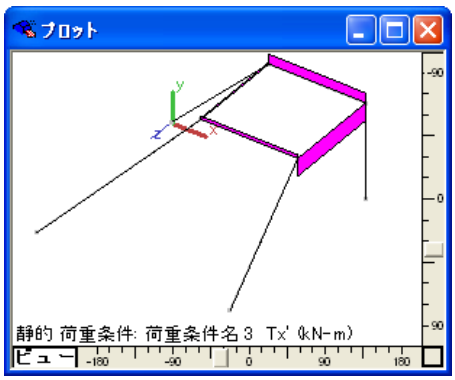
Px'　　部材の部材 x' 軸方向の軸力（引張力、圧縮力）





Tx'　　部材の部材 x' 軸に関するねじれやトルク

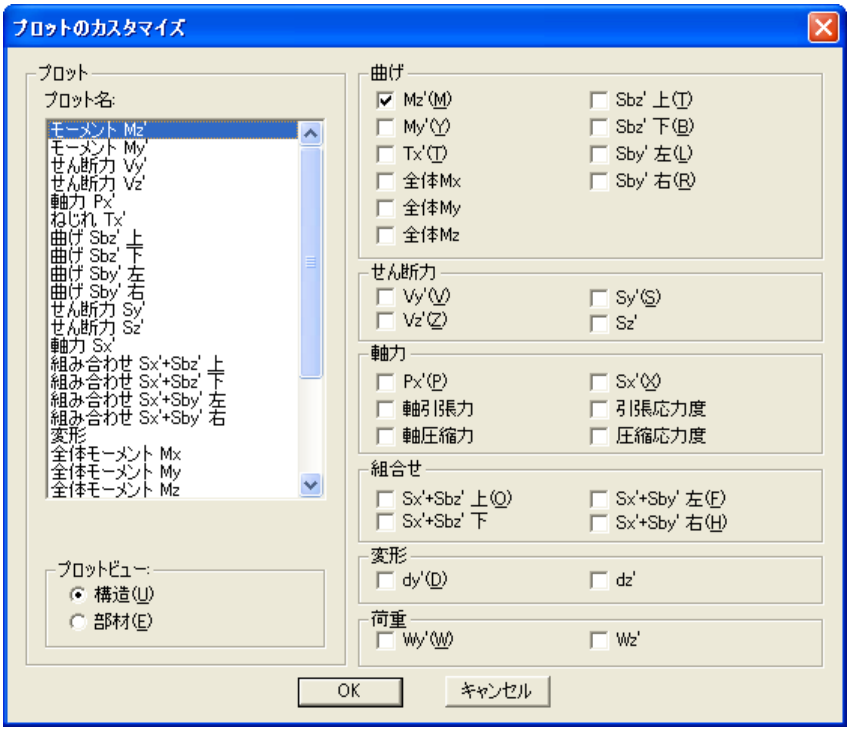




プロットウィンドウに表示される図を選択するには、

- **表示メニューから、プロットのカスタマイズ...を選択します。**

ダイアログボックスが表示され、設定項目を選択するメニュー項目リストや、各種の応力、応力度、変形などの設定を行うチェックボックスが表示されます。

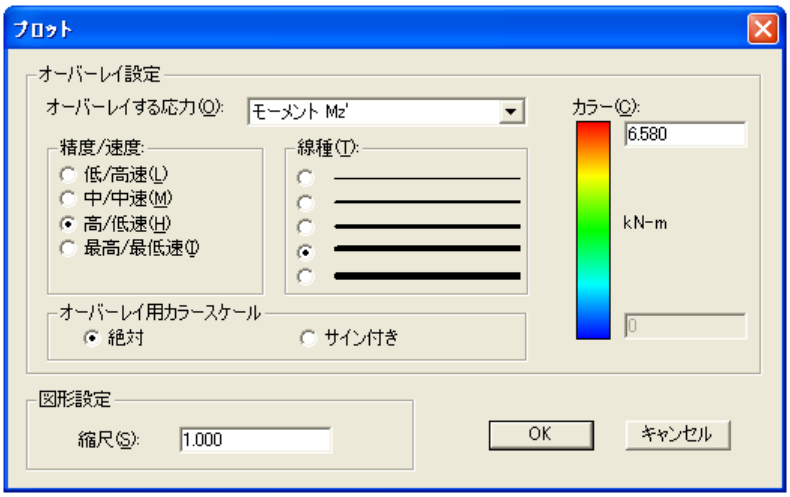


- **設定を変更したいメニュー項目を選択します。**
- **プロットビューの部材ボタンをクリックします。**
- **チェックボックスを使って、部材図に表示する項目を設定します。**
- **プロットビューの構造ボタンをクリックします。**
- **チェックボックスを使って、構造図に表示する項目を設定します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

応力を、構造変形図に応力を重ねて表示する際の、その値に対応する色を設定することができます。表示メニューのプロット... コマンドを使用して、この色と値を設定します。

オーバーレイの色に該当する値を変更するには、

- **表示メニューから、プロット...を選択します。**



- **最大値を設定するフィールドへ、Tab キーを使って移動します。**
- **最大値フィールドに、応力の最大値としてそれ以上の応力を赤で表示する値を入力します。**
- **オーバーレイ用カラースケール（絶対値またはサイン付き）を選択し、**
- **OK ボタンをクリックします。**

オーバーレイが絶対スケールで表示される場合、構造内で設定した値よりも大きい、またはこれと等しい部分はすべて赤色で表示されます。その他の部分は、応力の値が低くなるにつれ次第に青色に近づき、応力ゼロで青色となります。

サイン付きオーバーレイスケールが選択された場合、プロットでは正の値は赤色で、負の値は青色で表示されます。

変形図のスケールを変更したい場合、図形設定／縮尺項目の数値を変えることができます。ここでは、縮尺は図形のデフォルト拡大率に比例した値になります。例えば、この縮尺値を「3」に設定すると、デフォルト縮尺の 3 倍の拡大図になります。また、この値を「-1.0」に設定すると、本来のスケールの変形図が表示されます。

応力度

プロットウィンドウでは、応力や変形の他に応力度も表示することができます。どのデータを表示するかは、表示メニューで設定します。

応力図を表示するには、

- **表示メニューの応力サブメニューから、表示させたい応力を選択します。**

応力度を表示するには、

- **表示メニューの応力度サブメニューから、表示度させたい応力度を選択します。**

変形を表示するには、

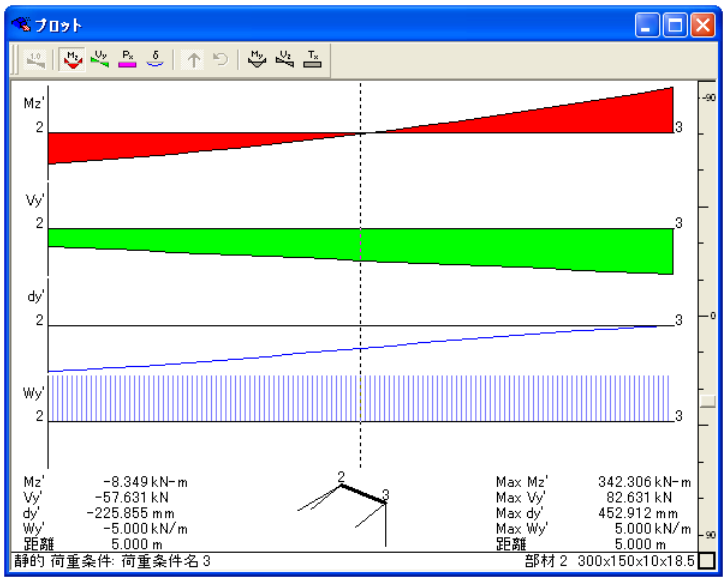
- **表示メニューから、変形を選択します。**

このように、プロットウィンドウでは、部材図・構造図ともに、複数の種類の図面を表示させることができます。

部材図

個別の部材図では、モーメント、せん断力、軸力、トルクと変形を表示できます。1 つの部材の部材図を表示するには、

- **詳細に見たい部材をダブルクリックします。**



部材に関する部材図が、プロットウィンドウに表示されます。

グラフに最大値と最小値が表示され、この 2 つの数値の下に、クロスヘア（最初に中央に表示される縦棒）の位置と部材左端からクロスヘアまでの距離が左下に数値で示されています。

クロスヘアを部材の長さ方向にドラッグすることによって、図面におけるそれぞれの位置での数値が求められます。ドラッグが終わったところでマウスを放すとクロスヘアがその位置に残ります。

ウィンドウ右下の図をクリックすると全体図面に戻ります。

包絡荷重条件の結果表示

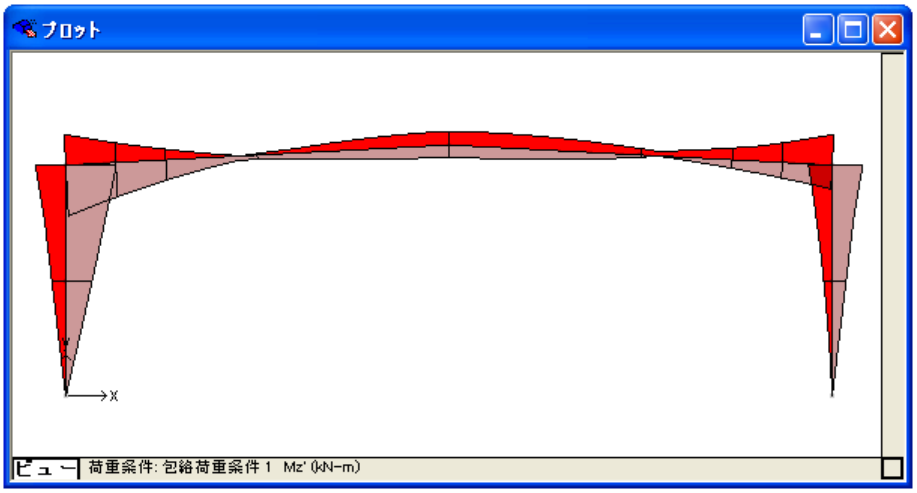
包絡荷重条件の応力および応力度の図は、2 つの方法で包絡応力の表示をカスタマイズすることができます。正と負の包絡応力のみを表示したプロット図を指定するには、

- **表示メニューから、シンボルを選択します。**

シンボルの表示ダイアログが表示されます。

- **包絡ケースの表示のチェックボックスを外します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

包絡荷重条件の図は、正と負の包絡のアウトラインで示されます。

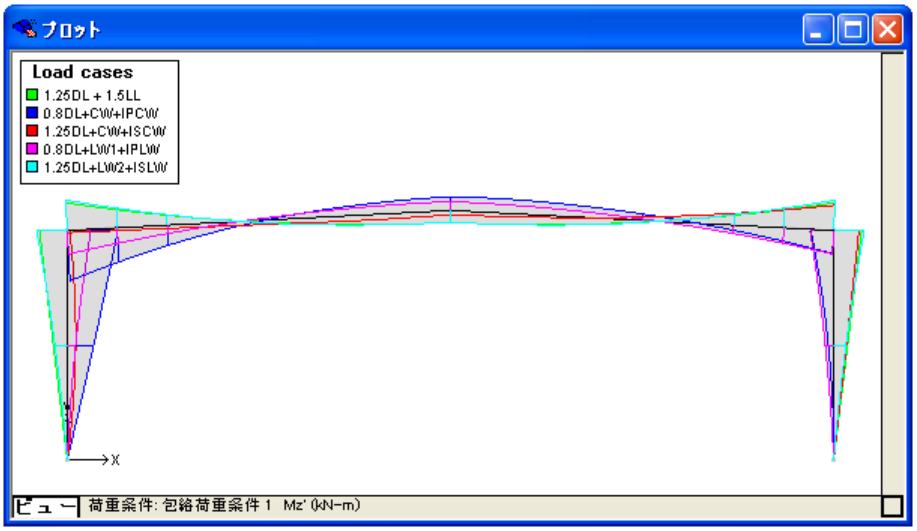


もう一つの方法として、包絡ケースで使用された個々の荷重ケースのそれぞれをプロットする方法があります。プロット図は、以下のチェックボックスをチェックすることによって表示されます。

- **表示メニューから、シンボルを選択します。**

シンボルの表示ダイアログが表示されます。

- **包絡ケースの表示のチェックボックスを選択します。**
- **OK ボタンをクリックします。**



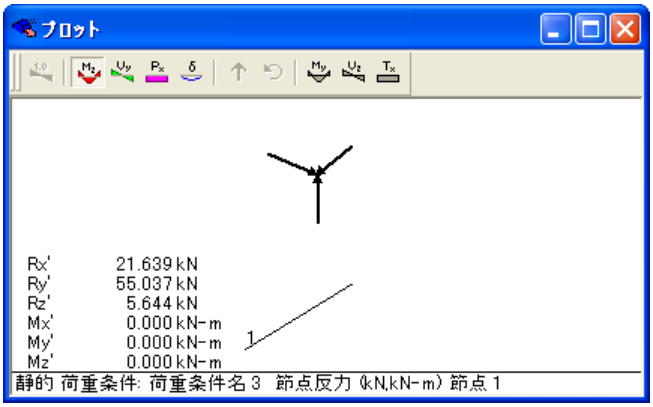
包絡荷重条件は、モデルを再解析する必要なく編集することができます。

節点の反力

節点での反力図は、その節点での反力の方向と大きさが表示されます。節点反力は、全体座標系に相関して表示されます。

節点での反力を表示するには、

- **モーメント、せん断力、ねじれ、または軸力が表示されていることを確認します。**
- **構造図中の、元の構造の節点位置をダブルクリックします。**



元の構造の節点位置とは、画面上で灰色表示された部材が接続する部分のことです。構造図のかわりに、節点反力を表示した図面が表示されます。

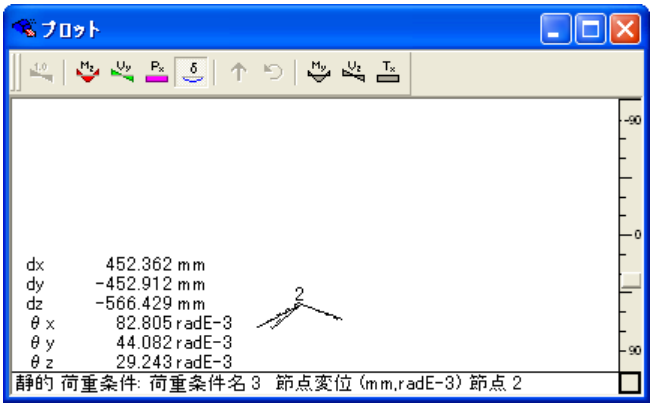
ウィンドウ右下の図をクリックすると全体図面に戻ります。

節点の変位

節点の変位図ではその節点の垂直変位、水平変位、回転変位が表示されます。

節点の変位を表示するには、

- **表示メニューから、変形を選択します。**
- **構造図に表示された、元の構造の節点位置をダブルクリックします。**



ウィンドウ右下の図をクリックすると全体図面に戻ります。

モーダル解析の結果表示

モーダル解析が完了すると、各モード次数の結果はそれぞれ別の条件として扱われます。モード形状は正規化され、静的解析の変位と同様に扱われます。

固有振動数とモード形状を見るには、

- **ケースメニューのモード形状サブメニューから、モード形状を選択します。**

周波数と振動周期が、プロットウィンドウの左下に表示されます。

モード形状を見るには、

- **プロットウィンドウを前面表示させます。**
- **表示メニューから、変形を選択します。**

モーダル解析では、モーメントやせん断力、その他の応力は出力されません。

座屈解析の結果表示

座屈解析が完了すると、各座屈モードの結果はそれぞれ別の条件として扱われます。モード形状は正規化され、静的解析の変位と同様に扱われます。

荷重係数とモード形状を確認するには、

- **ケースメニューの座屈モードサブメニューから、座屈モードを選択します。**

荷重係数は、プロットウィンドウの左下に表示されます。

モード形状を確認するには、

- **プロットウィンドウを前面表示させます。**
- **表示メニューから、変形を選択します。**

座屈解析結果では、モーメントやせん断力、その他の応力は出力されません。

計算をする

Multiframe では、構造を解析するだけでなく計算シート機能を使って設計計算式を書くこともできます。計算シートウィンドウでは、設計した構造に関する計算式を作成して計算することができます。行ごとに式を入力して各行の終わりで Return キーもしくは Enter キーを押します。計算式は Basic 言語のシンタックスをフォローしますが、サポートされる計算式は簡単なものだけです。例えば、ループ、または IF 文とブール式又は比較演子(<, ≠, >)などはサポートされていません。

プロットウィンドウである部材の部材図が現在表示されている場合、その部材の属性は計算シートの変換として自動的に使用できます。この変数を下記に示します。

この計算式は、ディスクへの保存、ディスクからの読み込み、プリントができます。そのためには、計算シートが手前に出ている時ファイルメニューの開く...、保存などを選択します。

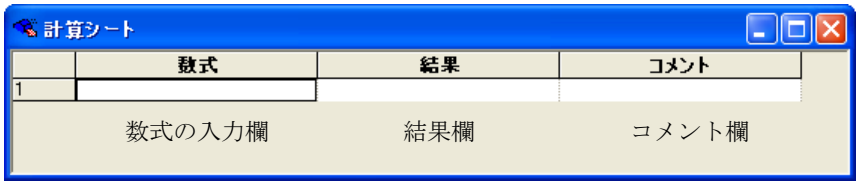
計算シート

Multiframe の計算シート機能により、Multiframe を終了することなく自分の設計計算を作成できます。計算式には、自己定義の変数を使うことや、Multiframe から変数をアクセスして部材の解析結果とセクション属性を使うことができます。

計算式は計算シートウィンドウで作成、実行されます。

計算シートを出すには、

- ウィンドウメニューから、計算シートを選択します。



このウィンドウには計算式、結果、コメントという項目の 3 つのカラムがあります。計算式カラムに式を入力するとその式が評価されて結果がカラムに出てきます。コメントというカラムには、その行に関する説明を入力するために使用します。例えば、実行した解析結果に使用する単位を入力したりすると便利です。

計算を実行するためにはケースメニューから計算を実行を使います。各行の計算式の実行結果は、値列に表示されます。

計算シートウィンドウに入力した計算式はいつでも変更できます。計算式の変更は、計算を実行コマンドの再実行で結果に反映されます。

計算シートの既存変数

計算シートの中で Multiframe の既存の変数を使用することができます。この変数は、1 つの部材につき一度使用できます。部材をクリックして選択し、部材図を表示します。Multiframe はその部材に関するデータを自動的に取り出し計算シートの変数として保存します。

既存変数には、長さ、傾斜、モーメント、応力変位、セクション属性などがあります。ただしこの変数が使えるのはプロットウィンドウで部材図が表示されている場合にだけです。

変数は以下の通りです。

名称	種類
dx1	節点 1 での x 軸変位
dy1	節点 1 での y 軸変位
dz1	節点 1 での z 軸変位
Øx1	x 軸での節点 1 の回転
Øy1	y 軸での節点 1 の回転
Øz1	z 軸での節点 1 の回転
dx2	節点 2 での x 軸変位
dy2	節点 2 での y 軸変位
dz2	節点 2 での z 軸変位
dx	クロスヘアでの x' の変形
dy	クロスヘアでの y' の変形
dz	クロスヘアでの z' の変形
Øx2	x 軸での節点 2 の回転
Øy2	y 軸での節点 2 の回転
Øz2	z 軸での節点 2 の回転
Mz	クロスヘアでの z' 軸に関する曲げモーメント
My	クロスヘアでの y' 軸に関する曲げモーメント
Vy	クロスヘアでの y' 軸方向せん断力
Vz	クロスヘアでの z' 軸方向せん断力
Px	クロスヘアでの軸力
Tx	クロスヘアでのトルク
Length	部材の長さ
Slope	部材の傾斜
X1	節点 1 の x 座標
Y1	節点 1 の y 座標
Z1	節点 1 の z 座標
X2	節点 2 の x 座標
Y2	節点 2 の y 座標
Z2	節点 2 の z 座標
Dist	クロスヘアの距離
MaxMz	Mz' の最大絶対値
MaxMy	My' の最大絶対値
MaxVy	Vy' の最大絶対値
MaxVz	Vz' の最大絶対値
MaxAT	最大軸引張力の絶対値
MaxAC	最大軸圧縮力の絶対値
MaxTx	最大トルクの絶対値
Maxdx	最大 x' 変形の絶対値
Maxdy	最大 y' 変形の絶対値

名称	種類
Maxdz	最大 z' 変形の絶対値
Pi	3.14159

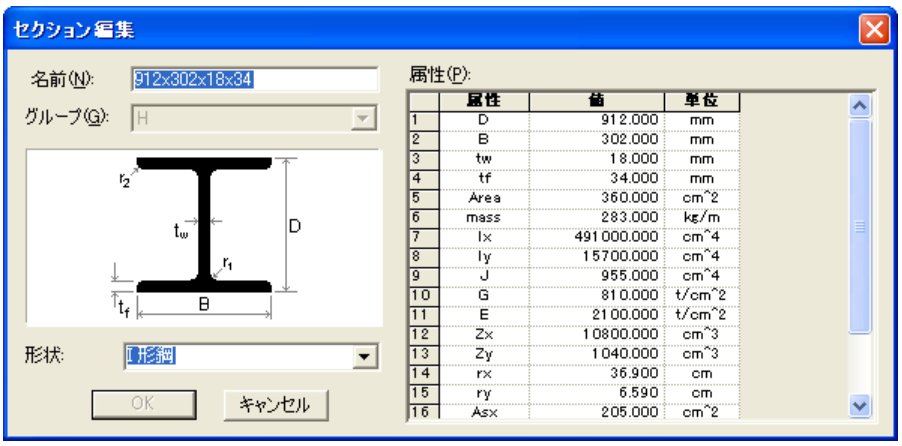
計算シートの既存変数は、ビューメニューの単位...で現在設定されている単位を用います。

セクション属性変数

Multiframe では、部材で使用されるセクションの属性が自動的にセクションライブラリーから検索されます。このセクション属性はセクションライブラリーにある属性と同じ名前が付いた変数として保存されます。

属性名を確認するには、

- **編集メニューのセクションサブメニューからセクション編集...を選択します。**



セクションの属性表(ダイアログの右側)を見ると、左側にそれぞれの属性名が表示されています。

例えば、ある部材のウェブのせん断力を計算したい場合、下記の計算式を使います。

せん断力 = Vy/（D*tw）

ここで、Vy = せん断力の変数、D =断面高さ、tw =ウェブ厚です。

定数 Pi も計算シートの変数として使用できます。

計算式の保存

自分で作成した計算式を保存するには、

- **計算シートウィンドウが手前にあると確認し、**
- **ファイルメニューから、名前を付けて保存を選択します。**

ディスクに計算式のファイルが保存されます。Multiframe では、計算シートが構造のファイルとは別に保存されるので複数の構造に同じ計算式を使用することもできます。

プリント

Multiframe は、テキスト、数値、グラフィックス（図面）を様々なフォーマットでプリントします。プリント時の使用できるデータと結果出力のオプションを以下に説明します。

ページ設定

Mutiframe からデータまたは図面をプリントする前に、ページサイズとプリントの質を設定する必要があります。プリンターで使用する用紙サイズを設定するためにファイルメニューからページ設定...を選択します。この設定を行うのは一度だけで、その後の印刷作業は同じ設定が使用されます。

プリンターのセットアップ

最初にプリンターが正しいケーブルでコンピュータと接続していること、スイッチが ON になっていること、用紙が十分入っていることを確認します。何か問題がありましたら、お使いのプリンターマニュアルもしくはコンピュータの説明書をご参照ください。

- **ファイルメニューから、ページ設定...を選択します。**

ダイアログボックスが現れ、用紙のサイズと方向を選択し、プリントの余白部分（マージン）などを設定します。そして印刷する各ページの最初（ヘッダー）と最後（フッター）を指定します。

プリンターに設置した用紙サイズを選択します。オプションによりプリントのサイズを拡大または縮小したりして、プリント出力を調整することができます。

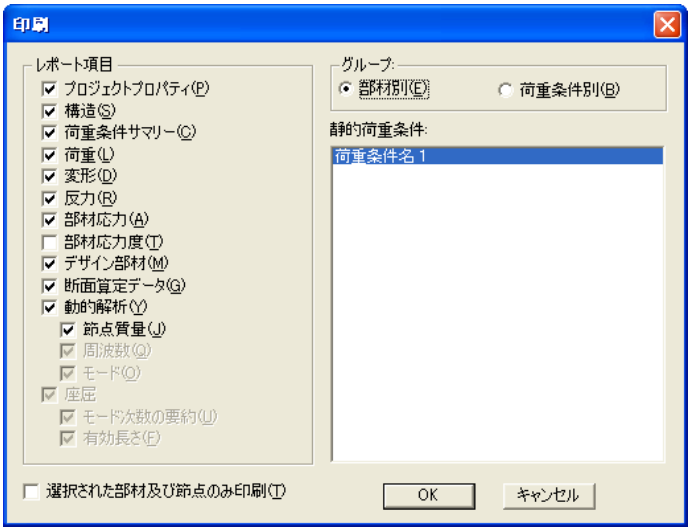
カラーのポストスクリプトプリンターでは、カラーの印刷が可能です。

結果レポートの印刷

Multiframe から結果のレポートを印刷する場合は、フレーム全体のデータを印刷するか、または前面表示されたウィンドウで選択された部材についてのみ結果を印刷するか、出力を制限することができます。

選択された部材のみの結果レポートを印刷するには、

- **必要な場合、前面のウィンドウで部材を選択します。**
- **ファイルメニューから、サマリーの印刷...を選択します。**



- **選択された部材のみを印刷する場合、選択した部材及び節点のみ印刷チェックボックスをオンにします。**
- **OK ボタンをクリックします。**

印刷プレビューウィンドウが表示されます。このダイアログのタイトルボタンを利用して、ファイル名、印刷日付等、ヘッダーおよびフッター情報を定義することができます。

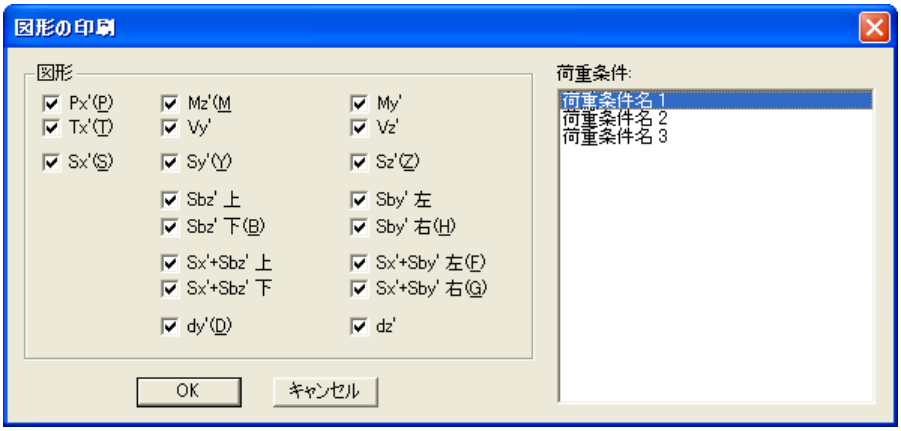
- **印刷ボタンをクリックし、レポートを印刷します。**

図形の印刷

一番前のウィンドウで選択された部材の応力・変形図の印刷ができます。

選択した部材図を印刷するには、

- **一番前のウィンドウで部材を選択し、**
- **ファイルメニューから、図形の印刷...を選択します。**



- **プリントしたい図面と荷重条件を選択し、**
- **OK ボタンをクリックします。**

印刷プレビューウィンドウが表示されます。このダイアログのタイトルボタンを利用して、ファイル名、印刷日付等、ヘッダーおよびフッター情報を定義することができます。

- **印刷ボタンをクリックし、図形を印刷します。**

ウィンドウの印刷

一番手前のウィンドウを印刷するには、

- **ファイルメニューから、ウィンドウの印刷を選択します。**

印刷プレビューウィンドウが表示されます。このダイアログのタイトルボタンを利用して、ファイル名、印刷日付等、ヘッダーおよびフッター情報を定義することができます。

- **印刷ボタンをクリックし、ウィンドウの表示を印刷します。**

データ交換

Multiframe は、様々な手法およびデータフォーマットを使って、他のアプリケーションとの間でデータをインポートおよびエクスポートできます。DXF ファイルによりフレームの形状を CAD プログラムにエクスポートすること、Windows のクリップボードを経由してレポートに画像を貼り付けること、データをスプレッドシートなどのアプリケーションにコピーすること、アニメーションをファイルに保存すること、各種のファイルフォーマットによって構造データを他の解析、設計、部材詳細設計・積算プログラムと交換することなどが可能です。この章では、Multiframe との情報交換に使用する各種の手法およびフォーマットについて説明します。

ファイルのインポート

Multiframe は、各種のファイルフォーマットからフレームをインポートできます。Multiframe が読み取り可能な各種のファイルフォーマットについて、以下の項で説明します。

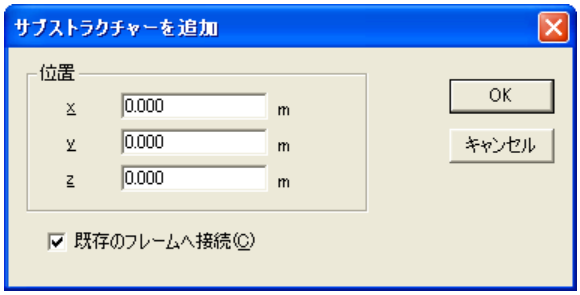
Multiframe 構造

Multiframe バイナリファイル (*.mfd) として保存されたフレームを、現在 Multiframe で開いているフレームに加えることができます。

Multiframe ファイルを既存のフレームにインポートするには、次の手順に従います。

- **インポートサブメニューから、Multiframe 構造...を選択します。**
- **ファイルを開くダイアログを使って、インポートするファイルを選択します。**

ファイルを選択すると、サブストラクチャーを追加ダイアログが表示されます。



- **インポートするフレームを配置する場所を入力します。**
- **インポートされるフレームが既存のフレームに共通の節点で接続するかどうかを設定します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

DXF

他の CAD プログラムで作成した構造を Multiframe に読み込む際、2D または 3D の DXF ファイルを使用することができます。DXF ファイルの読み込みでは、ファイル中に定義された LINE、LINE3D、POLYLINE の各要素における直線部分が部材として認識、変換されます。また、0.2 インチ（5mm）以下の距離で接する直線要素は、接合された部材として読み込まれます。

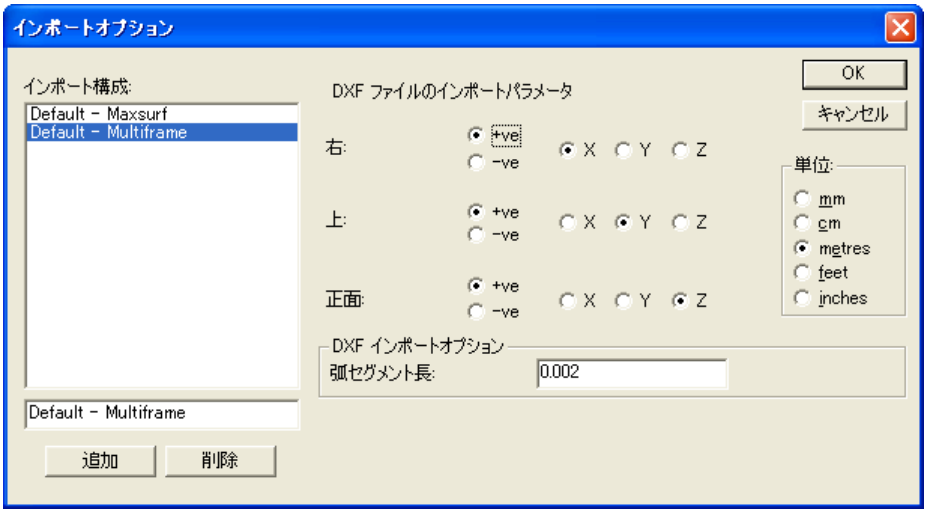
DXF ファイル (*.dxf) をインポートするには、次の手順に従います。

- **インポートサブメニューから、DXF...を選択します。**

Multiframe で既にフレームを開いている場合は、DXF ファイルを既存のフレームに加えるかどうかを確認するダイアログが表示されます。また、既存フレームの保存を要求される場合もあります。

- **開くダイアログを使って、インポートするファイルを選択します。**

ファイルを選択するとき、DXF インポートオプションダイアログが表示されます。



- **ファイルにあるデータの XYZ 軸を設定します。**

ダイアログボックス中ほどにあるラジオボタンを使い、Multiframe の座標系に合わせてファイルにあるポイントの方向を指定します。

- **ファイルデータの単位を設定します。**

ファイルにあるデータの単位に該当するラジオボタンをクリックします。

- **オプションで、弧セグメント長を設定します。**

ファイルから円弧をインポートする場合、それらはインポートの前に線セグメントに変換されます。このフィールドを使って、円弧に沿った線セグメントの長さを指定します。ARC オブジェクトのみを DXF ファイルにインポートできる点に注意してください。ポリラインをともなう弧はインポートできないので、インポートの前にポリラインの分解が必要です。

- **追加・削除オプションで、設定を保存します。**

ダイアログ左下にある追加ボタンを使うことにより、構成を追加して将来の利用のために設定を保存できます。たとえば、AutoCAD から頻繁にインポートを行う場合は、AutoCAD という名前の構成を設定してインポート設定を保存できます。

- **OK をクリックし、データをインポートします。**

Multiframe で DXF ファイルをインポートする場合、ファイルのそれぞれの行はフレームの部材を指定するために使われます。CAD プログラムからインポートする際によく起きる問題として、DXF ファイル中のそれぞれの行が 1 つの部材を表さずに、いくつかの部材を表現します。典型的な例として多層ビルの柱が、建物全高さの単一の線分として表現されるものです。この場合、交差している部材が節点で接続されていることを確実にするために、ユーザはモデルの部材を分割することが必要です。これは、Multiframe で部材の交差コマンドを用いることで容易に実行できます。

DXF ファイルをインポートする場合、ファイルからインポートされた新しい部材は部材のある描画レイヤを用いてラベルがつけられます。

Multiframe テキスト

Multiframeテキストファイルフォーマットの詳細については、本書の付録 Dを参照してください。Multiframe テキストファイル (*.txt) をインポートするには、次の手順に従います。

- **インポートサブメニューから、Multiframe テキスト...を選択します。**
- **ファイルを開くダイアログを使って、インポートするファイルを選択します。**

SDNF

Multiframe は、Steel Detailing Neutral File (SDNF)フォーマットのファイルをインポートできます。この機能は、他の解析、設計、部材詳細設計・積算ソフトウェアによって作成されたモデルを Multiframe にインポートするとき利用します。

SDNF ファイルをインポートするには、次の手順に従います。

- **インポートサブメニューから、SDNF...を選択します。**

既に Multiframe でフレームを開いている場合は、ファイルを既存のフレームに加えるかどうかを確認するダイアログが表示されます。既存フレームの保存を要求される場合もあります。

- **ファイルを開くダイアログで、インポートするファイルを選択します。**

ファイルを選択するとき、インポート・エクスポートオプションダイアログが表示されます。上記の説明に従ってこのダイアログを設定し、OK をクリックします。

これで、SDNF ファイルが Multiframe にインポートされます。 SDNF ファイルのすべての機能が Multiframe に反映されるわけではありませんが、フレームをインポートするときは、SDNF ファイルの部材を Multiframe で適切な表現に割り当てようとする処理が行われます。

ファイルのエクスポート

Multiframe は、各種のフォーマットでフレームをエクスポートできます。Multiframe がエクスポートする各ファイルフォーマットについて、以下の項で説明します。

DXF 2D/3D

Multiframe は、AutoCAD などの CAD システムで読み取り可能な 2D または 3D DXF ファイルをエクスポートできます。画面に表示する内容に応じて、ファイルにはフレームの部材を表す線、または部材を構成するセクションの形を表すポリゴンが含まれます。通常はラインのみが出力されますが、最前面のウィンドウでレンダリングがオンになっているときに DXF ファイルを保存すると、より複雑なポリゴンオプションが使用されます。ポリゴンオプションは、部材の精密モデルを DXF ファイルの 3DFACE エンティティとして保存します。この機能は、フレームのレンダリングを高精度で現すためにポリゴンのフォーマットを必要とするレンダリングプログラムにデータをエクスポートするとき、特に有効です。

DXF ファイルをエクスポートするとき、現在の（アクティブな）部材（クリッピングまたはマスキングで隠れていない部材）のみがエクスポートされるデータに含まれます。また、節点および部材には、それらの番号がラベルとして添付されます。これらは、Multiframe で表示可能なとき DXF ファイルに書き込まれます。

DXF フォーマットで保存されたフレームをエクスポートするには、次の手順に従います。

- **エクスポートサブメニューから、2D DXF...または 3D DXF...を選択します。**
- **ファイルを保存ダイアログで、エクスポートするファイルの名前および場所を指定します。**

2D DXF ファイルのエクスポートは、2D DXF のみに対応する古い CAD プログラムとの互換性を維持するために用意されています。フレームの部材は、LINE エンティティとして保存されます。

Multiframe からエクスポートされた DXF ファイルは、フレームウィンドウで設定されている現在のカラー設定により、部材のカラーを含んでいます。さらに、フレームウィンドウにおいて部材の凡例が可視状態にある場合、部材がエクスポートされる際には、部材は凡例の中のアイテムを表現しているそれぞれの描画レイヤになります。

VRML

VRML は、インターネットブラウザで 3D モデルを表示するために使われるフォーマットです。これらのモデルは、ウェブページに組み込んでプロジェクトをオンラインで表示可能にします。

VRML のエクスポートオプションは、アクティブなウィンドウでフレームがレンダリングされるときのみ有効になります。フレームを VRML フォーマットでエクスポートするには、次の手順に従います。

- **エクスポートサブメニューから、VRML...を選択します。**
- **ファイルを保存ダイアログを使って、エクスポートするファイルの名前および場所を指定します。**

VRMLの詳細情報は、http://www.web3d.orgのウェブサイトを参照してください。

Multiframe テキスト

Multiframe には、ファイルをテキストフォーマットで保存する機能があります。この機能によって、プリ・ポスト処理のプログラムが Multiframe のデータを読み込み・書き出しすることができます。このテキストファイルは、判読可能なフォーマットにデータをまとめる機能としても利用できます。

Multiframe のフレームをテキストファイルフォーマットでエクスポートするには、次の手順に従います。

- **エクスポートサブメニューから、Multiframe テキスト...を選びます。**
- **ファイルを保存ダイアログで、エクスポートするファイルの名前および場所を指定します。**

Multiframeテキストファイルフォーマットの詳細については、本書の付録 Dを参照してください。

スプレッドシートテキスト

スプレッドシートテキストによる出力はフレームの各部材の最大応力をまとめた内容で、MS Excel などのスプレッドシートに読み込むために最適なフォーマットです。

Multiframe フレームをスプレッドシートテキストフォーマットに保存してエクスポートするには、次の手順に従います。

- **エクスポートサブメニューから、スプレッドシートテキスト...を選択します。**
- **ファイルを保存ダイアログで、エクスポートするファイルの名前および場所を指定します。**
- **エクスポートする荷重条件を選択し、**
- **OK をクリックし、エクスポートを開始します。**

DayStar テキスト

Multiframe は、部材応力を表形式にまとめた内容を、DayStar Software 社から提供されている DayStar Text AISC 鋼材断面算定プログラムで読み込むのに適したフォーマットに出力します。

Multiframe フレームを DayStar テキストのファイルフォーマットにエクスポートするには、次の手順に従います。

- **エクスポートサブメニューから、DayStar テキスト...を選択します。**
- **ファイルを保存ダイアログで、エクスポートするファイルの名前および場所を指定します。**

DayStarのソフトウェア製品情報については、同社のウェブサイト http://www.daystarsoftware.comを参照してください。

SDNF

Multiframe は、構造を Steel Detailing Neutral File (SDNF) フォーマットでエクスポートできます。この機能は、他の解析、設計、部材詳細設計・積算プログラムにフレームをインポートするとき利用します。

SDNF フォーマットでフレームをエクスポートするには、次の手順に従います。

- **エクスポートサブメニューから、SDNF...を選択します。**
- **ファイルを保存ダイアログで、エクスポートするファイルの名前および場所を指定します。**

ファイルを選択するとき、インポート・エクスポートオプションダイアログが表示されます。上記の説明に従ってこのダイアログを設定し、OK をクリックしフレームをエクスポートします。

Multiframe バージョン 7

Multiframe バージョン 7.5 では、Multiframe バイナリファイルフォーマット (*.mfd) が大幅に更新されました。新規フォーマットに保存されるファイルは、7.5 版以前の Multiframe の Windows バージョンまたはすべての Macintosh バージョンとは互換性がありません。これらのバージョンの Multiframe と互換性を保つために、バージョン 7.5 より前のファイルフォーマットにフレームを保存できます。

Multiframe バージョン 7 に保存されたフレームをエクスポートするには、次の手順に従います。

- **エクスポートサブメニューから、Multiframe v7...を選択します。**
- **ファイルを保存ダイアログで、エクスポートするファイルの名前および場所を指定します。**

これで、Multiframe はこのファイルフォーマットのフレームをエクスポートします。フレームを表す一部のデータは旧ファイルフォーマットではサポートされないため、失われる場合があります。エクスポートされたファイルからは、解析結果も省かれます。

時刻歴応答結果

時刻歴分析の結果は、テキストファイルにエクスポートできます。表計算（スプレッドシート）テキストファイル形式に保存されたフレームをエクスポートするには、次の手順に従います。

- **エクスポートサブメニューから、時刻歴応答結果を選択します。**
- **名前を付けて保存ダイアログを使って、エクスポートするファイルの名前および場所を指定します。**

ファイルを選択するとき、時刻歴応答結果のエクスポートダイアログが表示されます。このダイアログで、上記のように選択オプションを入力して、OK を押します。

- **OK ボタンをクリックします。**

エクスポートするデータはユーザにより設定され、ユーザはテキストファイルに保存する節点、自由度、時間ステップを選択できます。エクスポートする変位および反力を、次の 4 種類の形式のいずれかによってテキストファイルに記述できます。

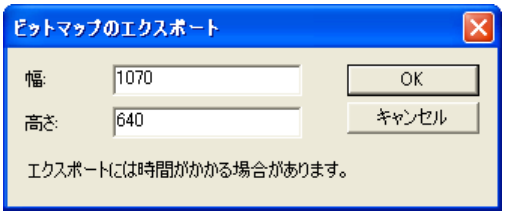
- **時刻－自由度--データは単一の表としてエクスポートされ、各列は 1 つの時間ステップを表し、各行は 1 つの自由度を表します。**
- **節点－自由度--データは時間ステップごとに個別の表とともにエクスポートされ、表の各列は 1 つの節点のデータを含んでいます。**
- **節点データベース--データは 1 つの表としてエクスポートされ、表の各列は単一節点の特定時間ステップのデータを表します。**
- **自由度データベース--データは 1 つの表としてエクスポートされ、表の各列は 1 つの自由度の特定時間ステップのデータを表します。**

ビッドマップイメージ...

ビットマップエクスポートでは、レンダリングされたフレーム、プロット、荷重ビューをビットマップファイルへエクスポートします。このコマンドは、編集メニューのコピー（クリップボードへコピー）に類似していますが、ファイルメニュー | エクスポートサブメニュー | ビットマップイメージでは、エクスポートされるイメージのサイズを指定することができ、より大きいサイズや質の高いエクスポートが可能です。

イメージをエクスポートするには、

- **エクスポートサブメニューから、ビットマップイメージを選択します。**



- **作成するビットマップイメージのピクセル単位での幅と高さを入力します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

幅と高さを変更する際に、現在のビューの縦横比は保持されますので注意してください。

- **名前を付けて保存ダイアログが表示され、エクスポートするファイルの保存先とファイル名を指定します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

現在のビューのビットマップイメージは、指定されたファイルに保存されます。

Navisworks

NavisWorks は、大規模 CAD モデルのリアルタイムウォークスルーと検証のためのソフトウェアです。プレゼンテーションや非常に規模の大きいモデルの検証に特に役立ちます。エクスポートされたモデルは、Multiframe モデルから正確な形状や色の情報だけでなく、セクション名や長さなど部材の属性も含まれます。NavisWorks に関するより詳しい情報は、www.navisworks.com をご参照ください。このフォーマットへのモデルのエクスポートには、ライセンスされた NavisWorks Roamer もしくは NavisWorks Publisher がユーザのコンピュータにインストールされていることが必要になります。

NavisWorks モデルにエクスポートするには、

- **エクスポートサブメニューから、Navisworks を選択します。**
- **名前を付けて保存ダイアログで、*.nwc もしくは *.nwd ファイルを選択し、エクスポートします。**
- **OK ボタンをクリックします。**

NWC ファイルには、NavisWorks Roamer のライセンスのみが必要です。出力された. nwc ファイルは、NavisWorks Roamer によって読み込みが可能になります。NWD ファイルのエクスポートには、ユーザのコンピュータ上に NavisWorks Publisher がインストールされていることが必要になります。出力される.nwd ファイルは、フリーの NavisWorks Freedom（ビューアソフトウェア）があればどのコンピュータでも読み込むことができ、可視化モデルの共有を可能にします。

グラフィックス

Multiframe のグラフィカルウィンドウに表示されるすべての画像は、編集メニューのコピーコマンドを使うか、または Ctrl および C キーを押して、クリップボードにコピーできます。この方法によって、モデル画像または解析結果プロットのイメージを、他のアプリケーションで簡単に利用することができます。

表データ

部材の表は、編集メニューのコピーコマンドを使うかまたはCtrlおよびCキーを押すことにより、データウィンドウおよび結果ウィンドウから直接クリップボードにコピーできます。データウィンドウまたは結果ウィンドウでShiftキーを押しながら編集メニューのコピーコマンドを選択すると、クリップボードへコピーされるテキストに、カラムタイトルが含まれます。この情報は、スプレッドシートに直接貼り付けることや、ワードプロセッサの表作成に利用できるフォーマットになります。スプレッドシートがMultiframeの情報を利用する方法については、付録 Eを参照してください。

Multiframe のデータウィンドウに数値データを貼り付けするには、まず、表計算プログラムなどで作成した数値データをコピーしてから、該当する Multiframe のデータウィンドウに貼り付けます。貼り付け先のセルを選択する際は、コピーされた数値データと同数の行列構成でこれを選択するよう注意してください。

アニメーション

Multiframe には、あらゆるアニメーションから動画を作成する機能があり、その動画を AVI 対応プログラムに表示することができます。この機能は、解析記録の保管、または視覚化に利用するポスト処理プログラムにリンクするとき有効に利用できます。動画を保存するには、アニメーションダイアログのアニメーションをファイルに保存オプションをチェックします。Multiframe はアニメーションを作成および再生するとともに、動画を保存しそれを AVI 対応アプリケーションに貼り付けること、または AVI 対応アプリケーションで再生することができます。

第 3 章　Multiframe リファレンス

この第 3 章では Multiframe の構成、ウィンドウ、ツールバーと各コマンドを要約して説明しています。

- ウィンドウ
- ツールバー
- メニュー

ウィンドウ

Multiframe では、グラフィカル、表、グラフとレポートウィンドウをそれぞれ使っています。

フレームウィンドウ

フレームを立体的に描くためのウィンドウです。これにより幾何学的構成、節点、部材、方向、拘束を定義します。また、動的解析を行う際には、節点および部材の質量を変更することができます。

データウィンドウ

フレームとその荷重を示すデータを表示、編集するためのウィンドウです。データの変更をグラフィックではなく数字で行いたい場合に使います。いくつかの異なったデータ表を表示します。具体的には、節点、部材、節点荷重、部材荷重、拘束、バネ、規定の変位、セクションなどのデータが表形式で表示されます。

荷重ウィンドウ

フレームに与える荷重条件を設定するためのウィンドウです。また、自重による荷重条件を追加することで、静的解析において自重による影響を考慮するかどうかを設定することもできます。

結果ウィンドウ

解析結果を数字で表示するためのウィンドウです。節点変位、反力、部材応力などを数字で表示します。このウィンドウはまた、モーダル解析の結果である振動周波数と周期の表を表示します。

プロットウィンドウ

フレームの応力と変形図を表示するためのウィンドウです。フレームの全体、個々の部材、節点反力、節点の変位の図面を表示できます。また、モーダル解析ではモード形状を表示します。

計算シートウィンドウ

設計をチェックするために解析結果を利用する自分の計算式を書いて計算するためのウィンドウです。

レポートウィンドウ

非線形解析の設定及び断面算定の計算式と結果を表示するためのウィンドウです。

ツールバー

Multiframe では、頻繁に使用する機能を手早く選択するためにツールバー上のアイコンとして提供しています。マウスをアイコンの上に持って行くと、そのアイコンの機能を表示します。

ファイルツールバー

ファイルツールバーは Windows アプリケーションと関連したいくつかの頻繁に使用されるコマンドのショートカットを持っています。上図の左から右へに示されるアイコンは以下の機能を持っています。

新規・開く・保存・切り取り・コピー・貼り付け・印刷・ヘルプ

生成ツールバー

生成ツールバーは、フレームウィンドウにあり、作成メニューの生成コマンドと同じ機能を持っています。上図の左から右へこのボタンを押しますと、以下の構造が生成されます。

連続梁・円型・門型・ラーメン構造・やぐらトラス・格子状構造・プラットトラス・ワーレントラス・3D 門型・マルチベイフレーム

描画ツールバー

描画ツールバーはフレームウィンドウにあり、モデルへの部材の追加や設定に関連したコマンドのショートカットを持っています。上図の左から右へに示されるアイコンは以下の機能を持っています。

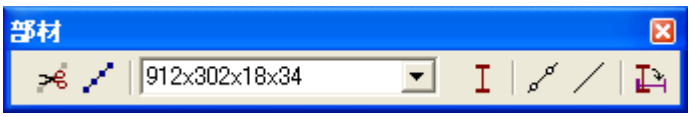
部材追加・連続部材の追加・節点へ吸着の切り替え・部材へ吸着の切り替え・
部材 4 分割点へ吸着の切り替え・部材等分割点へ吸着の切り替え・
垂直点へ吸着の切り替え・作成のロック・現在設定されている図面奥行き（作業面）の拘束

作成ツールバー

作成ツールバーはフレームウィンドウにあり、フレームのグラフィカルな作成を処理するコマンドを持っています。上図の左から右へに示されるアイコンが以下の機能を持っています。

移動・回転・反転・横ずれ・押し出し・複製・縮尺を変更

部材ツールバー



部材ツールバーはフレームウィンドウにあり、フレームと作成メニューのいくつかのコマンドと同じ機能を持っています。上図の左から右へに示されるアイコンは以下の機能を持っています。

部材削除・部材分割・最近使ったセクションタイプの表示／選択・
セクションタイプダイアログの表示・ピン／ピン指定の解除・剛／剛指定の解除・
部材方位

節点ツールバー

節点ツールバーは、フレームウィンドウにあり、フレームメニューのいくつかのコマンドと同じ機能を持っています。上図の左から右へに示されるアイコンは以下の機能を持っています。

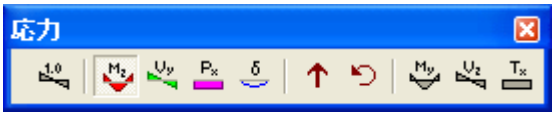
節点の固定指定・節点のピン指定・水平ローラー拘束指定・鉛直ローラー拘束指定・
節点を解放する・剛節点タイプ・ピン節点タイプ

ビューツールバー

ビューツールバーは、フレーム、荷重とプロットウィンドウにあり、ビューメニューのいくつかのコマンドと同じ機能を持っています。上図の左から右へに示されるアイコンが以下の機能を持っています。

長方形選択ツール・線選択ツール・ズーム（拡大）・縮小・パン（移動）・
ウィンドウサイズ・クリッピングの切り替え・マスキングの切り替え・
グリッドの表示／非表示・構造グリッドの表示／非表示・軸の表示／非表示

応力ツールバー



応力ツールバーはプロットウィンドウにあり、表示メニューのいくつかのコマンドと同じ機能を持っています。上図の左から右へに示されるアイコンは以下の機能を持っています。

プロット値の表示・部材 z' 軸の曲げモーメント・部材 y' 軸のせん断力・
現在の荷重条件の軸力・変形表示・反力の表示・モーメント反力の表示・
部材 y' 軸の曲げモーメント・部材 z' 軸のせん断力・部材 x' 軸のトルク

荷重条件ツールバー

荷重条件ツールバーは現在表示されている荷重条件を変更したいときに使います。プルダウンリストから選択するか、あるいは右･左矢印をクリックして前の、あるいは次の荷重条件を表示します。

ツールバーの一番左のボタンは、解析を続行するダイアログを通じて最後に入力された設定状態を使ってモデルを解析する、再度解析を実行するコマンドを用意しています。
ツールバーの右端にあるボタンは、現在の荷重条件の線形・非線形解析結果の切り替えとして使われます。

荷重ツールバー

荷重ツールバーは荷重ウィンドウにあり、荷重設定に関連するいくつかのコマンドのショートカットを持っています。上図の左から右へに示されるアイコンは以下の機能を持っています。

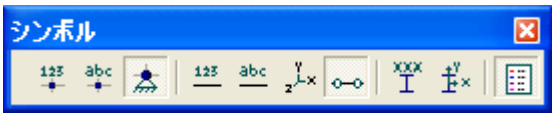
荷重ラベルの表示・節点荷重・節点モーメント・全体分布荷重・全体集中荷重・
全体モーメント・部材分布荷重・部材集中荷重・部材モーメント

フォーマットツールバー

フォーマットツールバーは Multiframe で現在表示中のウィンドウのテキスト属性を変更したいときに使います。フォーマットツールバーは、レポートウィンドウのテキストフォーマットコマンドのショートカットも持っています。上図の左から右へに示されるアイコンは以下の機能を持っています。

フォント名・フォントサイズ・太字・斜体・下線・色・左揃え・中央揃え・右揃え・
箇条書き

シンボルツールバー



シンボルツールバーはフレーム、荷重とプロットウィンドウが手前にある場合に利用できます。このツールバーを使って、節点番号、節点ラベル、部材番号、部材ラベル、セクション名などのシンボルの表示を簡単に切り替えることができます。

また、セクション形状のレンダリングを表示／非表示するためのボタンもあります。左から右のボタンが下記のシンボルの表示の切り替えに利用されます。

節点番号・節点ラベル・節点拘束・部材番号・部材ラベル・部材軸・部材解放・
セクション名・セクション軸・凡例

ウィンドウツールバー

ウィンドウツールバーは 1 つのウィンドウからもう 1 つのウィンドウに切り替えるために使います。左から右のボタンが下記のウィンドウの表示の切り替えに利用されます。

フレーム・データ・荷重・結果・プロット・計算シート・レポート

ビュー3D ツールバー

ビュー3D ツールバーはグラフィックウィンドウで操作を行っている場合、1 つのビューからもう 1 つのビューへ切り替えるために使います。切り替えができるのは、 4 つのよく利用されるビューです。また、画面の左下のビューボタンを利用してその他のビューへの切り替えも可能です。左から右のボタンは下記のビューへの切り替えに利用されます。

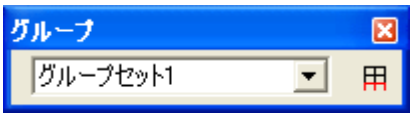
正面・右の側面・上面・3D

レンダリングツールバー

レンダリングツールバーは、すばやくレンダリングのオンとオフを切り替えるときに用います。レンダリングツールバーには、OpenGL を使った光源の設定編集のためのショートカットもあります。OpenGL レンダリングに用いられる 4 つの光源はオンまたはオフや光源設定を編集できます。左のボタンから以下の切り替えに利用されます。

レンダリングの切り替え・光源 1 の切り替え・光源 2 の切り替え・光源 3 の切り替え・
光源の設定

グループツールバー



グループツールバーは、ドロップダウンリストからグループセットを選択し現在のグループセットの変更のためのショートカットとして使用することができます。

ツールバーの一番右側のボタンは、現在のグループセットにグループを追加するために使われます。

グループセットの切り替え・グループの追加

クリッピングツールバー

クリッピングツールバーは、グラフィックウィンドウで使用されるクリッピングコマンドのショートカットとして使用することができます。左のボタンから、以下の機能を実行します。

クリッピングの切り替え・ゾーンへクリップ・フレームへクリップ

メニュー

Multiframe ではファイル、編集などのシステムの標準メニューコマンドの他に、独自のメニューコマンドもあります。

- ファイルメニュー
- 編集メニュー
- ビューメニュー
- 選択メニュー
- 作成メニュー
- グループメニュー
- フレームメニュー
- 荷重メニュー
- 表示メニュー
- ケースメニュー
- ウィンドウメニュー
- ヘルプメニュー

ファイルメニュー

ファイルメニューは、ファイルを閉じたり開いたり、インポートやエクスポート、そして、印刷などを行うのに必要なコマンドを含みます。

新規

(Ctrl + N)

新しいフレームを作る場合に使います。すでに表示されているフレームと荷重を削除します。まだ保存されていない設計があれば、新しい設計を始める前に保存したいかどうかを聞いてきます。

開く

(Ctrl + O)

すでにディスクに保存されたファイルを開きます。計算シートウィンドウが最前面にある場合は、新しい計算ファイルを開きます。

まだ保存されていない設計図または計算式が開いていれば、新規ファイルを開く前にそれを保存するかどうかを聞いてきます。Multiframe は、Multiframe ファイルと Multiframe テキストファイル、そして、DXF ファイルを読み込むことができます。

閉じる

現在開かれているファイルを閉じて、構造とすべての荷重を画面から消します。閉じる前に、現在の設計を保存するかどうか聞いてきます。はいを選択すると、ディスクへ保存されます。

保存

(Ctrl + S)

現在開かれているファイルを、同じファイル名で上書き保存します。

名前を付けて保存

現在開かれているファイルを、新しいファイル名で保存します。計算シートウィンドウが前面に表示されている場合は、現在の計算式が保存されます。他のウィンドウの場合には、構造が保存されます。

インポート

下記のインポートサブメニューを参照してください。

エクスポート

下記のエクスポートサブメニューを参照してください。

ライブラリーを開く （Multiframe4D）

セクションライブラリーあるいはロードライブラリーを開くためのサブメニューを表示します。

セクションライブラリーを開く（Multiframe3D）

既存のセクションライブラリーを Multiframe に読み込みます。

ページ設定

プリンターの設定を行います。

サマリーの印刷

フレームのデータおよび解析結果を印刷します。

図形の印刷

プロットウィンドウで選択された部材の部材図を印刷します。

ウィンドウの印刷

画面上で最前面に表示されているウィンドウが印刷されます。

プロパティ

プロパティコマンドにより、そのプロジェクトと設計者の情報がフレームと同時に保存できます。この情報はレポートの上に印刷されます。

プロパティダイアログには、ファイル属性と現在の構造物に関する情報も表示しています。

Multiframe 終了

Multiframe を終了し、デスクトップに戻ります。未保存の構造または計算式がある場合は、終了前にそれを保存するようメッセージが表示されます。

インポートサブメニュー

Multiframe に、他のプログラムで作成されたデータを読み込みます。

Multiframe 構造

既存の Multiframe ファイルから構造を現在のフレームにインポートします。荷重はインポートされません。

DXF

2 次元および 3 次元の DXF データを読み込むことができます。2 次元の DXF 出力のみサポートする CAD プログラムとの互換性が保たれています。DXF フォーマットにおける線要素（LINE エンティティ）が、Multiframe ではフレーム部材として表示されます。

Multiframe と DXF フォーマットによる他の CAD プログラムとの互換性については、現在、AutoCAD、MiniCAD、Microstation との互換性が確認されています。それ以外のソフトウェアで作成された DXF ファイルも読込みができると思います。

DXF ファイル中の線要素とポリライン要素の各セグメントは、すべて Multiframe の部材に変換されます。隣接する各端部の距離が 5 mm 以下の 2 つの要素は、接合された部材として見なされます。Multiframe は、AutoCAD リリース 10 以上の 2 次元または 3 次元の DXF データを読み込むことができます。

Multiframe テキスト

Multiframeテキストフォーマットのテキストファイルをインポートします。付録 Dをご覧ください。

Microstran アーカイブ

Multiframe では、Microstran アーカイブファイルフォーマット（バージョン 4）のインポートとエクスポートがサポートされました。Multiframe と Microstran のすべての機能が一致しませんが、構造、形状と荷重の大部分がこのファイル フォーマットにより交換できます。

Space Gass テキスト

Multiframe では、Space Gass アーカイブファイルフォーマットのインポートとエクスポートがサポートされています。Multiframe と Space Gass のすべての機能が一致しませんが、構造、形状と荷重の大部分がこのファイル フォーマットにより交換できます。

SDNF テキスト

このコマンドを使って Steel Detailing Neutral File フォーマット (SDNF)で書き出されたファイルがインポートできます。

エクスポートサブメニュー

Multiframe で作成されたファイルを、他のプログラムと互換性のあるファイルフォーマットで出力します。

2D DXF

このオプションによって、2 次元の DXF データにだけ対応する旧式の CAD プログラムとの互換性を保つことができます。フレーム中の部材は線（LINE）要素に変換され、保存されます。

3D DXF

3D DXF を選択して保存する場合、一番手前のウィンドウでレンダリングがオンでなければ、フレームを表現する線が 3DLINE 要素として保存されます。

レンダリングがオンになっている場合、3DFACE 要素として出力されます。これはレンダリングソフトウェアや、プレゼンテーションやモデリングを 3 次元で行うソフトウェアへの形状入力に便利です。

エクスポートする場合、現在アクティブになっている部材のみ（つまり、クリッピングあるいはマスキングされていない部材のみ）がエクスポートデータに出力されます。Multiframe で現在表示されている節点と部材のラベルがあれば、これも DXF ファイルに出力されます。

部材の凡例が表示されているとき、DXF ファイルへのエクスポートは凡例のそれぞれの項目を別々のレイヤに分けます。それぞれの凡例項目に関連する部材は相応するレイヤにエクスポートされます。

VRML

VRMLオプションは一番手前のウィンドウのフレームがレンダリングされたときのみ、有効になっています。VRMLとは、インターネットウェブブラウザで三次元モデルを閲覧するためのフォーマットです。VRMLモデルはウェブページにも組み込み、プロジェクトのオンライン表示に使うことができます。VRMLに関する詳しい情報は http://www.web3d.org で参照してください。

Multiframe テキスト

Multiframeテキスト形式にファイルをエクスポートします。フォーマットについては、付録 Dをご覧ください。

スプレッドシートテキスト

テキスト出力は 2 種類あります。前述した Multiframe テキストは後処理プログラムへ入力するために適しています。スプレッドシートテキスト出力では、構造内の各部材に対する最大応力表が出力され、Excel などの表計算ソフトウェアへの入力に使います。

DayStar テキスト

Multiframeは、部材応力表を米国のDayStar社製の米国の断面算定プログラム用のフォーマットに出力することができます。DayStar社のソフトウェアについては、http://www.daystarsoftware.comをご覧下さい。

Multiframe の CD に含まれているアメリカの鋼構造ライブラリーでは、DS Steel 社の名前規準を利用しています。

Microstran アーカイブ

Multiframe では Microstran アーカイブファイルフォーマット（バージョン 4）でエクスポートができます。Multiframe と Microstran のすべての機能が一致しませんが、構造、形状と荷重の大部分がこのファイル フォーマットにより交換できます。

Space Gass テキスト

Multiframe では Space Gass テキストファイルフォーマットでエクスポートができます。Multiframe と Space Gass のすべての機能が一致しませんが、構造、形状と荷重の大部分がこのファイル フォーマットにより交換できます。

SDNF テキスト

このコマンドを使って Steel Detailing Neutral File フォーマット (SDNF)でデータをエクスポートできます。

Multiframe v7

このオプションを使うと、フレームは旧ファイル フォーマットに保存されます。つまり、Multiframe (Windows)7.5 版以前、あるいは Macintosh 4.0 版以降のバージョンに読み込みできるファイルができます。

時刻歴応答結果

現在の時刻歴応答荷重条件の結果をテキストファイルにエクスポートします。

ビットマップイメージ

現在のグラフィックウィンドウをビットマップイメージにエクスポートします。この機能は、OpenGL レンダリングが機能している場合に有効です。

Navisworks

OpenGL レンダリングされたフレームを Navisworks（リアルタイムウォークスルーと CAD モデル検証のためのソフトウェア）フォーマットにエクスポートします。この機能には、ライセンスされた NavisWorks Roamer もしくは NavisWorks Publisher が必要です。

編集メニュー

編集メニューは、表データをコピーまたは貼り付けするためのコマンドや、形状の選択、表の取り扱いに必要なコマンドを含みます。

取り消し

(Ctrl + Z)

1 つ前の動きに戻します。この項目の名前は、取り消すコマンドを反映して変化します。

フレームの部材数が 500 以下の場合、10 ステップまで取り消しができます。

やり直し

(Ctrl + Y)

編集メニューから取り消しを行った場合、その直前に行った作業を繰り返すことができます。

切り取り

(Ctrl + X)

選択している部分を切り外してクリップボード（一時メモリ）に貼ります。

コピー

(Ctrl + C)

選択しているグラフ、またはデータをクリップボードに複写します。フレームウィンドウやプロットウィンドウなど、画像を取り扱うウィンドウが前面表示されている場合は、その画像がクリップボードにコピーされます。

データウィンドウまたは結果ウィンドウで、Shift キーを押しながらこのオプションを選択すると、列見出しも一緒にクリップボードにコピーすることができます。

フレームウィンドウやプロットウィンドウなど、画像を取り扱うウィンドウで、Shift キーを押しながらこのオプションを選択すると、画像を PICT フォーマット、Renderman フォーマット、Postscript フォーマットのいずれかで保存することができ、画面上にはどのフォーマットを使用するかを選択するダイアログボックスが表示されます。

貼り付け

(Ctrl + V)

クリップボードに貼りつけたデータやグラフを貼り付けることができます。

クリア

クリップボードに貼らずに選択した部分を削除します。

セクション

下記のセクションサブメニューを参照してください。

材料

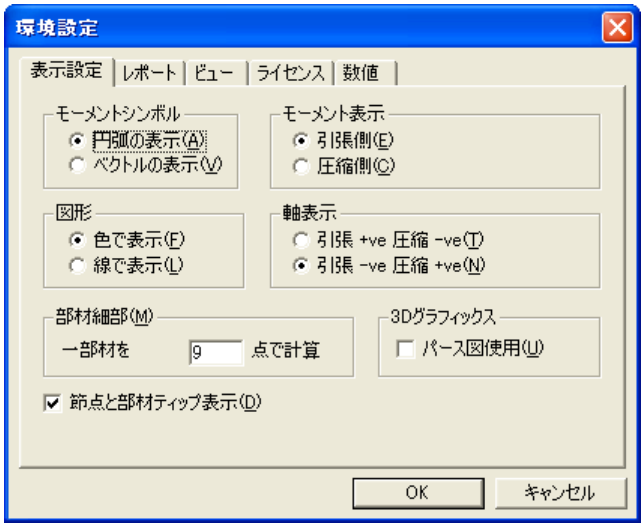
下記の材料サブメニューを参照してください。

ロードライブラリー編集 （Multiframe4D のみ）

ロードライブラリーの閲覧または編集、新しいデータの入力が行えます。

環境設定

環境設定コマンドでは色々なオプション設定ができます。



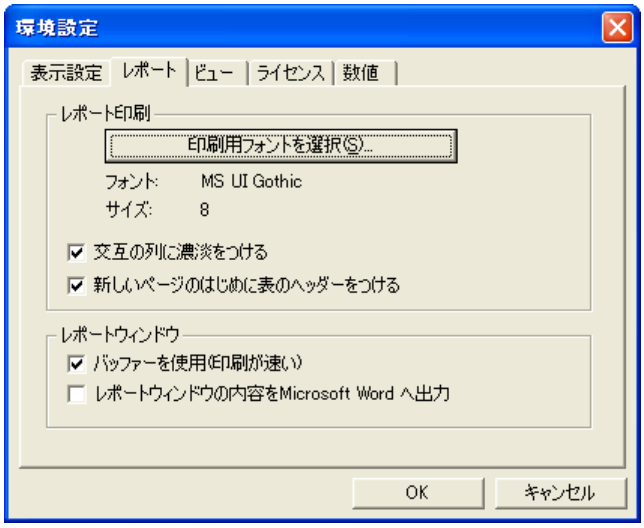
- **表示設定**

表示設定タブでは、部材図の形式と、そこで使用されるモーメントの表示シンボルを設定します。このダイアログボックスでは、軸力と応力の表示方法も設定したり、部材図を表示させたときに引っ張りと圧縮のどちらを正とするか、などを設定することができます。

応力度の表示も、ここで設定される表示方法に従います。こうすることで、曲げによる応力表示を軸応力表示と一致させることができます。

また、3D 画面でグラフィック表示を行う際の、パース図の使用についての設定も行います。平常の設計作業で使いやすいのは標準の投影図ですが、プレゼンテーションなどを行う際、パース図が効果的です。パース図オプションを選択すると、人間の目に自然に写る角度、30 度のパース図が表示されます。

- **レポート**



環境設定ダイアログ内のレポートタブでは、印刷時に使用される文字のフォントと大きさを設定することができます。また、表を読みやすくするために、2 列ごとに濃淡をつけて表示することができます。もう一つのオプションでは、表が複数ページにわたる場合、表のヘッダー（タイトル行）を各ページのはじめに表示することができます。

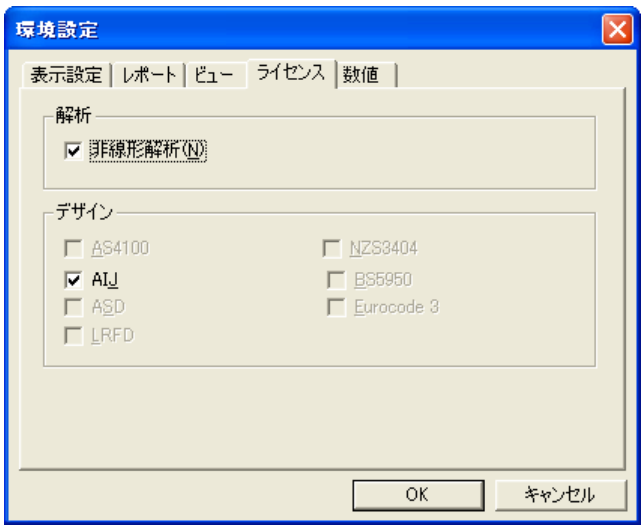
Steel Designer からのレポートは、MS Word のファイルとしても出力することができます。このためには、Microsoft Word 97 あるいは Microsoft Word 2000 がコンピュータにインストール済みであることが必要です。Multiframe が必要な時に Word を起動します。

また、レポートの環境設定でもう 1 つのオプションは、レポートウィンドウへの出力をバッファーすることを設定します。このオプションを利用すると、断面算定の計算結果がレポートウィンドウへの出力を速くします。

- **ビュー設定**

環境設定ダイアログ内のビュー設定タブでは、グラフィカルウィンドウ同士での選択を同期するように使います。

- **ライセンス**



環境設定ダイアログ内のライセンスタブでは、Multiframe と統合されている Steel Designer モジュールを有効・無効にします。

Steel Designer を有効にするには、該当するライセンスおよびアクセスコードを持つ必要があります。一度有効を設定すると、設定を有効にするために Multiframe を再起動する必要があります。同様に幾何学的非線形解析のライセンス設定も行えます。

- **数値**

環境設定ダイアログ内の数値タブでは、Multiframe の次元を持たない数字の表示に用いられるデフォルトの表示形式を設定します。十進記数法、科学的記数法、工学単位記数法から選択することができ、表示したい正確な数字はいくつかを指定することができます。

属性

フレームウィンドウが一番手前の場合、選択された部材あるいは節点の属性を表示します。荷重ウィンドウが手前の場合、選択された部材あるいは節点に係っている荷重の属性を表示します。

セクションサブメニュー

セクションサブメニューは、現在のセクションライブラリーにセクションを追加、編集、削除するためのコマンドです。

セクション追加

セクションライブラリーに新しいセクションを追加します。Multiframe の中で標準の形状ではない断面形状は、このコマンドを用いて追加し、ユーザはそのセクションの属性を入力することが必要です。

標準セクション追加

セクションライブラリーに新しいセクションを追加します。Multiframe でサポートされる標準の断面形状が、形状の寸法を指定することによって追加されます。すべてのセクション属性は内部計算されます。

セクション編集

セクションライブラリーのセクションデータを編集できます。

セクション削除

セクションライブラリーからセクションを削除します。

セクションカラー

それぞれのセクションに関係するカラーを編集できます。

材料サブメニュー

材料サブメニューには、現在のセクションライブラリーの材料を追加、編集、削除するためのコマンドがあります。

材料追加

セクションライブラリーに新しい材料を追加します。

材料編集

セクションライブラリーの材料のデータを編集します。

材料削除

セクションライブラリーに登録されている材料を削除します。

ビューメニュー

ビューメニューには、グラフィカルウィンドウの表示をコントロールするコマンドがあります。

拡大

(Ctrl + W もしくは マウスホイール)

現在表示している図面を拡大します。クロスヘアが現れるので、ズームしたい部分をクリック・ドラッグして長方形で囲んで選択します。マウスボタンを放すと選択した部分が拡大表示されます。

パン

(Ctrl + E)

一番前手前のウィンドウで表示されている構造を移動します。クリック・ドラッグするとフレームが移動します。

縮小

(Ctrl + R もしくは マウスホイール)

一番手前のウィンドウ図面を現在の半分のサイズに縮小します。

ウィンドウサイズ

(Ctrl + T もしくは Home キー)

一番前のウィンドウの図面をちょうどウィンドウのサイズになるようにします。下記のウィンドウサイズサブメニューを参照してください。

クリッピング

下記のクリッピングサブメニューを参照してください。

マスキング

下記のマスキングサブメニューを参照してください。

現在ビュー

下記の現在ビューサブメニューを参照してください。

奥行き

2 次元のウィンドウで作図できる図面の奥行きを設定します。

寸法

フレームウィンドウで最大、最小座標を設定します。構造を作り始める前に全体の座標を設定したほうがよいでしょう。

グリッド

描画やドラッグの拘束をするためにフレームウィンドウの現在の作業面に投影される幾何学グリッドの情報を設定します。

構造グリッド

フレームウィンドウ上の 3 次元グリッドの表示、定義と連動をコントロールする構造グリッドマネジャーダイアログが開きます。

軸

一番手前のウィンドウの軸の表示を ON/OFF にします。

フォント

一番手前のウィンドウのテキストフォント（書体）サイズとスタイルを設定します。

単位

Multiframe では、用途に応じて単位の選択ができます。使用される単位系は国名で分類されていて、いつでも自由に別の国の単位系に変更することができます。また、項目ごとに使用する単位を変更することもできます。

単位を変更するには、

- **ビューメニューから、単位...を選択します。**

- **使用したい単位グループ（国名）をクリックします。**
- **各項目脇のポップアップメニューを用いて使用したい単位を選択します。**
- **小数点以下桁数と表示形式を指定することによって、それぞれの単位に使用される数値の表示形式を指定します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

ここで指定した単位の設定は、Multiframe 終了時に保存されるので、次回 Multiframe を使用する際には同じものが使用されます。

カラー

図面を描くときの色、ウィンドウのバックグラウンド色、クリップ／マスクされた部材の色、または構造のレンダリングの色を設定します。

ステータスバー

ステータスバーを表示・非表示にします。

ツールバー

下記のツールバーサブメニューを参照してください。

ウィンドウサイズサブメニュー

一番前のウィンドウの図面を丁度ウィンドウのサイズになるようにします。以下の 3 つのオプションがあります。

フレーム

(Ctrl + Insert)

フレーム全体をウィンドウサイズとして再設定します。

選択

選択された部材または節点をウィンドウサイズとして設定します。

クリッピング

クリッピング領域をウィンドウサイズとして設定します。

クリッピングサブメニュー

クリッピングメニューで、クリッピングバーの表示と配置をコントロールします。このコマンドによって構造を表示する箇所を指定することができます。

クリッピング解除

クリッピングが ON になっている場合、クリッピングを解除します。これによってクリッピングが解除され、フレームの全部材が表示されます。

クリップグレー

クリッピングを ON にしてクリッピングモードをグレーにします。クリッピングバー内に完全に入らない部材はグレーで表示されます。

クリップ透明

クリッピングを ON にしてクリッピングモードを不可視（目に見えない） 状態にします。つまり、クリッピングバー内に完全に入らない部材の表示が消えます。

フレームへクリップ

クリッピングが ON になっていなければ ON にして、クリッピングバーをフレーム外側の各方向に配置します。部材が全部見えるようになります。

ウィンドウへクリップ

クリッピングが ON になっていなければ ON にして、現在のウィンドウの内側ぎりぎりに 4 本のクリッピングバーを配置します。

選択へクリップ

クリッピングが ON になっていなければ ON にして、ウィンドウで選択した部材の外側ぎりぎりにクリッピングバーを配置します。

グループへクリップ

クリッピングが ON になっていなければ ON にして、ユーザが指定したグループの外側ぎりぎりにクリッピングバーを配置します。

ゾーンへクリップサブメニュー

サブメニューには保存されたクリッピングゾーンを選択するための項目が表示されます。クリッピング表示でない場合、このメニューの項目を選択するとクリッピングがオンになり、そのゾーンに指定されているクリッピングの領域を表示します。

クリッピングゾーンの保存

現在のクリッピングの領域が新しいクリッピングゾーンに追加されます。もしくは、既存のクリッピングゾーンに現在のクリッピング領域を更新します。

ゾーンの編集

クリッピングゾーンの属性を編集するためのダイアログが開きます。クリッピングゾーンの名前の変更や、それぞれのゾーンの保存された領域を編集することができます。このダイアログから、クリッピングゾーンの追加や削除も可能です。

マスキングサブメニュー

マスキングメニューによって、フレームの部材の表示をコントロールします。マスキングでどの部材を表示するかを設定できます。

マスキング解除

マスキングが ON になっている場合、OFF にします。これでフレームの全部材が見えるようになります。

マスクグレー

マスキングを ON にしてマスキングモードをグレーにします。つまりマスクされた部材がグレーで表示されます。

マスク透明

マスキングを ON にしてマスキングモードを不可視 （目に見えない） 状態にします。つまりマスクされた部材の表示を消します。

フレームへマスク

マスキングがすでに ON になっていなければ ON にして、フレームの部材すべてが 見えるようにします。

ウィンドウへマスク

マスキングが ON になっていなければ ON にして、ウィンドウ内の部材全てを見えるようにします。

選択へマスク

マスキングを ON にして、フレームの選択していないすべての部材をマスクアウト（見えないように）します。つまり、フレームの選択した部材だけ可視状態にします。

グループへマスク

マスキングを ON にして、指定したグループに含まれるフレームのすべての部材をマスクアウト（見えないように）します。つまり、選択したグループの部材だけ可視状態にします。

選択をマスク

マスキングを ON にして、フレーム内の選択した部材の表示を消します。つまり、選択した部材が隠され、マスクされていない部材はそのまま見えるようになっています。

グループをマスク

マスキングを ON にして、指定したグループに含まれるフレームのすべての部材の表示を消します。つまり、選択したグループの部材が隠され、マスクされていない部材はそのまま見えるようになっています。

現在ビューサブメニュー

ビューサブメニューコマンドは、違った角度からフレームを見る設定をします。

正面

アクティブウィンドウのビューを、ウィンドウ内の x-y 平面に合わせます。z 軸はウィンドウの外側になります。

背面

アクティブウィンドウのビューを、ウィンドウ内の x-y 平面に合わせます。z 軸はウィンドウの内側になります。

左

アクティブウィンドウのビューを、ウィンドウ内の y-z 平面に合わせます。x 軸はウィンドウの外側になります。

右

アクティブウィンドウのビューを、ウィンドウ内の y-z 平面に合わせます。x 軸はウィンドウの内側になります。

上

アクティブウィンドウのビューを、ウィンドウ内の x-z 平面に合わせます。y 軸はウィンドウの外側になります。

下

アクティブウィンドウのビューを、ウィンドウ内の x-z 平面に合わせます。y 軸はウィンドウの内側になります。

3D

アクティブウィンドウ上に、フレームの 3 次元視点を設定します。表示角度はウィンドウの下と右側にある角度スライドを用いることで更新されます。

ツールバーサブメニュー

ツールバーを表示・非表示にします。

ファイルツールバー

ファイルツールバーを表示・非表示にします。ファイルツールバーにはよく使うファイル関連の機能があります。

ビューツールバー

ビューツールバーを表示・非表示にします。ビューツールバーには、拡大やパンのようなビュー関連の共有機能があります。

シンボルツールバー

シンボルツールバーを表示・非表示にします。シンボルツールバーには、一般によく使われるシンボルの表示を切り替えるボタンがあります。

フォーマットツールバー

フォーマットツールバーを表示・非表示にします。フォーマットツールバーを使用して Multiframe の各ウィンドウ上のテキストフォントのスタイルを変更できます。

ウィンドウツールバー

ウィンドウツールバーを表示・非表示にします。ウィンドウツールバーを利用してウィンドウ間の移動が簡単にできます。

ビュー3D ツールバー

ビュー3D ツールバーを表示・非表示にします。ビュー3D ツールバーを利用してグラフィックウィンドウ内の 2 次元および 3 次元ビューの間の移動が簡単にできます。

グループツールバー

グループツールバーを表示・非表示にします。グループツールバーにより、グループセットを切り替えることが簡単にできます。

レンダリングツールバー

レンダリングツールバーを表示・非表示にします。レンダリングツールバーでは、OpenGL レンダリングを使用した設定の更新が行えます。

クリッピングツールバー

クリッピングツールバーを表示・非表示にします。クリッピングツールバーでは、クリッピングの切り替えやモデルへのクリッピング、保存されたクリッピングゾーンへのクリッピングが行えます。

生成ツールバー

フレームウィンドウの生成ツールバーを表示・非表示にします。生成ツールバーを使用してフレームの生成ができます。

節点ツールバー

フレームウィンドウの節点ツールバーを表示・非表示にします。節点ツールバーを使用して節点の拘束ができます。

部材ツールバー

フレームウィンドウの部材ツールバーを表示・非表示にします。部材ツールバーでは部材追加、部材削除、部材分割などのコマンドを実行できます。

作成ツールバー

フレームウィンドウの作成ツールバーを表示・非表示にします。作成ツールバーでは回転、複製、フレームの一部を横ずれするなどのコマンドを実行できます。

描画ツールバー

フレームウィンドウの描画ツールバーを表示・非表示にします。描画ツールバーでは部材追加などのコマンドを実行できます。またこのツールバーでユーザは吸着や描画に関係するいくつかの設定をコントロールできます。

応力ツールバー

プロットウィンドウの応力ツールバーを表示・非表示にします。応力ツールバーを使用して Mz'と変形などの解析結果を表示できます。

荷重条件ツールバー

荷重条件ツールバーを表示・非表示にします。荷重条件ツールバーを使用してそれぞれの荷重条件を表示できます。

荷重ツールバー

荷重ツールバーを表示・非表示にします。荷重ツールバーを利用してよく使用される荷重の定義ができます。

選択メニュー

選択メニューには、構造の一部分を自動的に選択するためのコマンドがあります。

全体

(Ctrl + A)

フレーム中のすべての部材を自動的に選択します。

節点…

節点を番号で選択することができます。

節点ラベル

節点を節点ラベルで選択することができます。

同一変位グループ

同一変位グループに指定された部材を選択します。

セクション

フレームウィンドウの中にある部材から、あるセクションタイプを持つ部材のすべてを自動的に選択します。選択されるセクションタイプをセクションライブラリーのリストから選択します。

部材

部材を番号で選択することができます。

部材ラベル

部材を部材ラベルで選択することができます。

部材傾斜

部材傾斜メニューには、それぞれの方向に沿った部材を選択するコマンドがあります。

- **横梁**

  水平方向の部材（梁）のすべてを自動的に選択します。

- **縦柱**

  縦方向の部材（柱）のすべてを自動的に選択します。

- **斜材**

  水平方向、縦方向以外の部材のすべてを自動的に選択します。

部材応力

入力した限界値以上の応力、変形、応力度の部材を構造から探します。例えば、21Mpa より大きい引張応力度を持つ部材のすべてを選択し、見つけます。

デザイン部材

デザイン部材を番号で選択することができます。

デザイン部材ラベル

デザイン部材を部材ラベルで選択することができます。

グループ

指定したグループの部材を選択します。

ウィンドウから

ウィンドウからメニューには、他のウィンドウで選択した部材を基に、現在のウィンドウで部材を選択するコマンドがあります。

- **フレーム**

  フレームウィンドウで選択された部材を選択します。

- **荷重**

  荷重ウィンドウで選択された部材を選択します。

- **プロット**

  プロットウィンドウで選択された部材を選択します。

- **データ**

  データウィンドウで選択された部材を選択します。

- **結果**

結果ウィンドウで選択された部材を選択します。

作成メニュー

構造を描く、編集するために使用されるコマンドが含まれます。

部材追加

(Insert キー)

フレームウィンドウに表示されている構造物に部材を追加します。部材の節点となる点をクリックし、終点までドラッグします。Windows 版ではまた、始点となる節点と終点の節点を、それぞれ別にクリックして部材を追加することができます。

接続部材の追加

(Shift+Insert キー)

フレームウィンドウの構造物に接続された部材を追加します。マウスボタンを抑えながら最初の部材の最初の節点に位置し、2 番目の節点に移動してボタンをもう一度押します。同様に部材を次々と作成できます。部材の追加を終わった時点で Esc キーを押します。

部材削除

(Delete キー/Backspace キー)

フレームウィンドウに表示されている構造物から不必要な部材を選択し、削除 します。

バネ部材の追加

フレームウィンドウで、構造にバネ部材を追加します。部材の第 1 節点に位置しマウスボタンを押し、第 2 節点までドラッグします。そしてボタンを放します。Windows 版ではまた、始点となる節点と終点の節点を、それぞれ別にクリックして部材を追加することができます。

部材分割

(Ctrl + B)

フレームウィンドウで選択する部材を等しいサイズの小さい部材に分割します。

円弧に変換

フレームウィンドウで選択された部材をいくつかの等分割の小さい部材に構成した円弧の形状に変換します。

複製

(Ctrl + D)

フレームウィンドウで選択する部材を、指定した方向に指定した回数複製します。ダイアログが現れて、各方向における間隔の設定、既存のフレームに新しい部材を接続するかどうかの設定を行います。

回転

フレームウィンドウで選択した全節点を、指定した軸を中心に指定した角度で回転させます。ダイアログで角度（度数）と回転中心を入力できます。

縮尺の変更

フレームウィンドウで選択した節点の座標が、指定した縮尺で掛け算されます。これで構造物は指定した縮尺により大きさが変化します。

押し出し

フレームウィンドウで、選択する全節点から指定する方向に、新部材を自動的に生成します。この機能は通常、フロアプランから柱を、又は現行の柱の列から梁を生成する際に使います。

移動

(Ctrl + M)

フレームウィンドウで選択した節点を、指定する距離に移動する、または原点を新しい位置に移動する際に使います。

反転

フレームウィンドウで選択された部材を指定の軸に対して反転する際に使います。

横ずれ

フレームウィンドウで選択された部材を指定の方向へ、また指定の角度へ横ずれさせる際に使います。

生成

自動的に連続梁、ポータルフレーム（門型）、一定間隔のラーメン構造、又は楕円梁を生成します。

番号再割当

構造内の節点と部材の番号の割り付けを、それぞれまたは両方同時に自動再割り付けします。これは、フレーム構造を変更した後に、節点及び部材の番号を再割り付けしたい場合に便利です。

特殊

特殊メニューには、まれに使用される以下のコマンドがあります。

- **節点の追加**

  指定した位置に節点を追加します。

- **近接節点の結合**

  フレームウィンドウで選択された節点を評価し、近い節点を結合して 1 つの節点にします。

- **節点の整列**

  フレームウィンドウにおいて選択した節点を指定した位置に整列します。

- **部材の結合**

  現在選択されている複数の部材を 1 つの部材に結合します。
  1 つの部材に結合される部材は、すべての部材が同じセクションを持ち、同一線上にあり、剛接合され、同じ部材構成を持つことを判別し、結合されます。

- **部材の交差**

  現在選択したすべての交差している部材を交点で分割し、接続します。

- **部材端部を逆に**

  部材端部に定義した節点を入れ替えることによって、選択した部材の x 軸の方向を逆さにします。

- **部材の接続解除**

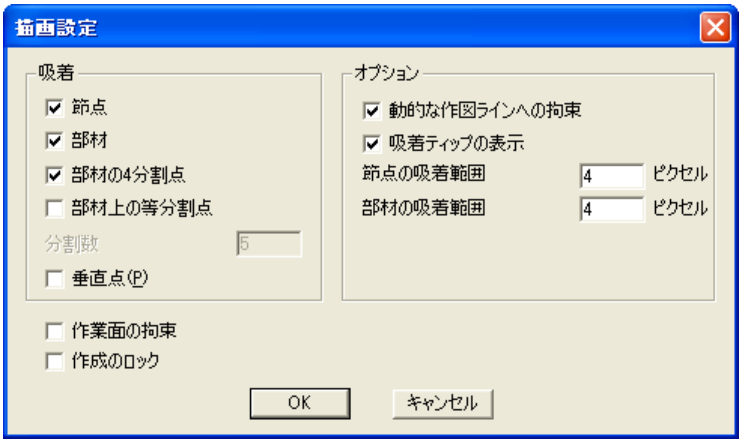
  選択した部材を残りのフレームから接続を解除します。

描画設定

Multiframe には、新しい部材を描くときもしくはフレームの一部をドラッグするときにカーソルの動きを制御するいくつかのオプションがあります。それら多くの設定はモデル内の部材、節点に対し、どのようにカーソルを吸着するかに影響します。

描画、吸着設定を変更するには、

- **作成メニューから、描画設定...を選択します。**



- **現存の節点、部材に対しカーソルをどのように吸着するかを指定するために、吸着グループボックスの中からオプションを選択します。**

ここには、部材の 4 分割点への吸着オプション、任意の分割数を指定するオプションがあります。フレームの節点、部材に対し吸着するときに発生する制御のいくつかのオプションも指定できます。

- **節点に吸着した後、指定した方向に沿ってカーソルの動きを自動的に拘束するためには、動的な作図ラインの拘束オプションを選択します。**
- **吸着ティップの表示を選択すると、カーソルの吸着先を示すツールティップが表示されます。**
- **カーソルを節点に吸着するために動かすときの吸着範囲（ピクセル数）を入力します。**
- **カーソルを部材に吸着するために動かすときの吸着範囲（ピクセル数）を入力します。一般に、節点の吸着範囲より小さな値とします。**

3D モデルで作業するときに重要なオプションは、図面の奥行きに描画を拘束することができることです。新しい部材を描くとき、すべての部材は現在設定されている図面の奥行き上に追加されるように強制します。カーソルは図面の奥行きから離れたポイントに吸着しますが、3D 空間上のマウスの位置は、図面の奥行きで定義された作業面に位置を投影することによって計算されます。

このダイアログで最後の制御は、フレームの形状と作成をロックするためのオプションです。従って、フレームを修正することができません。

- **OK ボタンをクリックします。**

動的な作図ラインへの拘束は、3D ビューのあらゆる方向に対して描画でき、正確にモデルに沿うことを助ける Multiframe の機能です。節点からマウスを移動するとき、全体座標軸の 1 つの方向に沿って最初に移動する場合、描画は 3D 空間上の軸に拘束されます。さらに、節点のついた部材の方向にマウスを移動する場合、描画は 3D 空間の部材の方向に拘束されます。

ほとんどのオプションは描画ツールバーから実行できます。

グループメニュー

グループメニューには、構造モデルの部材をグループやアセンブリに編成するためのコマンドがあります。

デザイン部材の作成

複数部材からなる 1 つの設計部材を形成するために、選択した部材をグループにします。

デザイン部材の削除

複数部材からなる設計部材から選択した部材を削除、もしくは切り離します。

グループの追加

ウィンドウで選択された節点、部材を用いて、現在のグループセットに新しいグループを追加します。

グループの削除

現在のグループセットから 1 つのグループを削除します。

グループへ追加

現在のグループセットの中のグループの 1 つに選択した節点、部材を追加します。

グループから削除

現在のグループセットの中のグループから選択した節点、部材を削除します。

グループセットの追加

モデルに新しいグループセットを追加します。

グループセットの編集

1 つのグループセットのプロパティを編集します。

グループセットの削除

モデルから 1 つのグループセットを削除します。

現在のグループセットサブメニュー

このサブメニューには現在のグループセットを選択するための項目があります。この現在のグループセットはユーザインタフェースに表れるセットです。

フレームメニュー

フレームメニューには、構造の属性を編集するためのコマンドがあります。

節点拘束

フレームウィンドウで選択する節点すべてを拘束します。ダイアログボックスが表示されて、拘束の種類を指定できます。

節点質量

(Multiframe 4D のみ)

動的解析における慣性力を考慮するために、構造に加える追加質量の定義をします。

節点バネ

フレームウィンドウで選択するすべての節点におけるバネを定義します。ダイアログボックスが表示されてバネの方向と硬さを指定できます。

節点タイプ

選択された節点タイプを剛かピンに設定します。剛接合はモーメントを伝えますが、ピン接合はモーメントを伝えません。

同一変位グループ設定

静的または動的荷重に対して、複数の節点が同じように変位するように、節点同士をグループ化します。

節点ラベル

節点で定義されているラベルを編集するために使います。

節点方位

選択された節点で部材軸の方位を設定します。

セクションタイプ

フレームウィンドウで選択するすべて部材におけるセクションタイプを指定します。 ダイアログボックスが表示され、選択した部材にどのセクションを使うかを選択できます。

部材解放

フレームウィンドウで選択した部材のタイプを指定します。部材は 固定または片・両端ピンも可能です。

部材せん断面積

せん断変形による変形の計算を行うかどうか指定します。

部材方位

フレームウィンドウで選択した部材のセクションの方向を設定します。ダイアログボックスが表示されて、要求する回転方向を設定できます。

部材タイプ

部材が標準、圧縮のみあるいは引張りのみを選択するために使います。

部材オフセット

部材端部の剛域を設定するために使います。

部材質量

(Multiframe 4D のみ)

動的解析の際に、選択された部材の質量を含むかどうかを設定します。この設定は、自重条件を含む静的解析における、部材の自重影響の有無の設定には影響しません。これについては、荷重メニューの部材自重...を使って設定します。

部材ラベル

部材で定義されているラベルを編集するために使います。

部材モデル

部材が意味しているモデルの中の構成タイプが何であるかを指定します。

部材端部バネ

このコマンドは部材端部に半剛接合を指定するために使われます。あらゆる部材の自由度に対して、半剛接合や接続に関連したバネ硬さに適当な硬さを指定できます。

バネ部材の硬さ

フレームウィンドウで選択したバネ部材の硬さを設定します。

荷重メニュー

このメニューで指定する項目は現在の荷重条件で適用されます。

節点荷重の取り消し

荷重ウィンドウで選択された節点における荷重を取り消します。

全体節点荷重

荷重ウィンドウで選択した節点において荷重をかけます。その荷重は全体座標系に整列されます。ダイアログボックスが表示されて荷重の方向と大きさを指定できます。

全体節点モーメント

荷重ウィンドウで選択した各節点において点モーメントをかけます。その荷重は全体座標系に整列されます。ダイアログボックスが表示されて点モーメントの方向と大きさを指定できます。

部材節点荷重

荷重ウィンドウで選択した節点において荷重をかけます。その荷重は部材座標系に整列されます。ダイアログボックスが表示されて荷重の方向と大きさを指定できます。

部材節点モーメント

荷重ウィンドウで選択した各節点において点モーメントをかけます。その荷重は部材座標系に整列されます。ダイアログボックスが表示されて点モーメントの方向と大きさを指定できます。

規定変位

フレームウィンドウで選択する全ての節点の変位を定義します。ダイアログボックスで変位の方向と大きさを指定できます。

部材荷重の取り消し

荷重ウィンドウで選択した部材において荷重を取り消します。

全体分布荷重

荷重ウィンドウで選択した各部材に対して分布荷重をかけます。ダイアログボックスが表示されて、荷重の方向、大きさ、位置を指定できます。全体的な分布荷重は、全体 x, y, z 軸に対して平行に働きます。

全体集中荷重

荷重ウィンドウで選択された各部材に対して点荷重をかけます。ダイアログボックスが表示されて、選択された部材の荷重の方向、大きさ、位置を指定できます。全体点荷重は、全体 x, y, z 軸に対して平行に働きます。

全体モーメント

荷重ウィンドウで選択した各部材に対して、点モーメントをかけます。ダイアログボックスが表示され、荷重の方向、大きさ、位置を指定できます。全体モーメントは、全体 x, y, z 軸に関して働きます。

部材分布荷重

荷重ウィンドウで選択した各部材に対して部材分布荷重をかけます。ダイアログボックスが表示され、荷重の方向、大きさ、位置を指定できます。部材分布荷重は、部材 x'、y'、z '軸に対して平行に働きます。

部材集中荷重

荷重ウィンドウで選択した各部材に対して点荷重をかけます。ダイアログボックスが表示されて選択された部材の荷重の方向、大きさ、位置を指定できます。部材点荷重は、部材 x'、y'、z '軸に対して平行に働きます。

部材モーメント

荷重ウィンドウで選択した各部材に対して部材点モーメントをかけます。ダイアログボックスが表示され、荷重の方向、大きさ、位置を指定できます。部材モーメントは、部材 x', y', z' 軸に関して働きます。

熱荷重

荷重ウィンドウで選択する各部材に対して熱荷重をかけます。ダイアログボックスが表示され、熱荷重の温度、熱係数、高さ/幅、方向を指定できます。熱荷重は等分に分布される場合も、部材の高さ/幅に沿って直線的に温度が変化する場合もあります。

部材自重

構造に各部材の自重に相当する荷重を自動的に計算する荷重条件を追加します。この設定は、動的解析の際の、部材質量の影響の有無の設定には影響しません。部材質量の影響の有無については、フレームメニューの部材質量...を使って設定します。

動的荷重

(Multiframe 4D のみ)

荷重ウィンドウで選択された節点に対して、時間によって変動する荷重を定義するために適用します。

表示メニュー

各ウィンドウでの表示設定に使用されるコマンドが含まれます。

シンボル

構造の表示にどの記号を使用するかを指定できるダイアログボックスが表示されます。節点番号、部材番号、荷重、拘束、部位の方向記号と質量、セクション名の表示を ON/OFF（有効／無効）にすることができます。

凡例

凡例メニューには、凡例の表示を制御するためのコマンドがあります。

- **左上**

  ウィンドウの左上の隅に凡例を表示します。

- **右上**

  ウィンドウの右上の隅に凡例を表示します。

- **左下**

  ウィンドウの左下の隅に凡例を表示します。

- **右下**

  ウィンドウの右下の隅に凡例を表示します。

- **タイトルのフォント**

  凡例タイトルの表示に使われるフォントサイズ、スタイルを設定します。

- **項目のフォント**

  凡例中のリスト項目の表示に使われるフォントサイズ、スタイルを設定します。

- **項目のカラー**

  凡例中のリスト項目に関連するカラーを指定します。

データ

下記のデータサブメニューを参照してください。

結果

下記の結果サブメニューを参照してください。

応力

下記の応力サブメニューを参照してください。

応力度

下記の応力度サブメニューを参照してください。

変形

現行の荷重条件での変形を計算してプロットウィンドウで表示します。現在の荷重条件が動的なものである場合は、変形は構造のモード形状を表します。

アニメーション

一番手前のウィンドウでアニメーションを開始します。フレームと荷重ウィンドウではこの機能は 3 次元画面でしか使用できません。見る角度をえながら構造を表示します。全角度で構造が表示された時点で、マウスを動 かすことにより画面を動かします。プロットウィンドウでは、荷重が 0 から指定した数値まで増加するにつれて起こる変化を計算して図面で表示します。

アニメーションダイアログボックスのアニメーションファイルへ保存チェックボックスをオンにすると、アニメーションは AVI ムービーファイルとして保存されます。Windows 標準の AVI コントローラに表示され、Media Player で再生できます。

レンダリング

ウェブ、フランジを含めてフレームを立体的に表示します。これによってフレームの方向とセクションタイプを色分けして見やすく表示します。このレンダリング表示は構造での部材の相対サイズと方向の視覚的概要を与えますが、部材の実際の形の表示ではありません。

レンダリング処理は、Esc キーを押すことで中断できます。

プロット

プロットウィンドウのデータ表示での精度、変形図で応力を図面に重ねた場合のどの作用を表示するか、また現行の図面にどの縮尺係数を使用するがを定義します。

重ねた応力はたわんだ構造上に色で表示します。赤色は構造物全体で比較的応力の数値が高いことを示し、青色は比較的低いことを示します。

プロットカラー

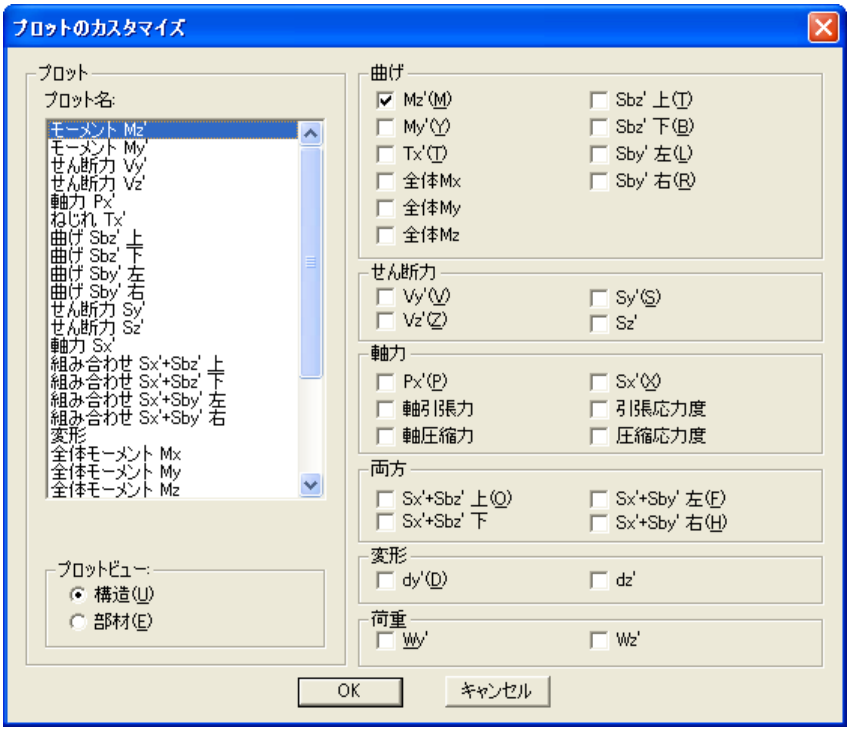
プロット図に出力される色を指定します。

プロットのカスタマイズ

プロットウィンドウで局部、または全体の図面を同時に複数表示する機能です。

プロットウィンドウで、どの図を表示するか設定するには、

- **表示メニューから、プロットのカスタマイズ...を選択します。**



プロット表示と、そこに表示される応力、応力度、変形を設定する各項目が表示されたダイアログボックスが表示されます。

- **変更したいメニュー項目をクリックします。**
- **部材ボタンをクリックします。**
- **部材図に表示したい応力のチェックボックスを設定します。**
- **構造ボタンをクリックします。**
- **全体構造図に表示したい応力のチェックボックスを設定します。**
- **OK ボタンをクリックします。**

データサブメニュー

このサブメニューでデータウィンドウに表示されるデータ表を設定します。一回に 1 つの表が表示され、編集できます。

節点

節点座標の表を表示します。

部材

部材端部の節点番号、部材タイプ、長さ、傾斜、剛域オフセットなど、部材のデータ表を表示します。

部材属性

セクションタイプ、方位、端部のピン設定など、部材属性のデータ表を表示します。

部材端部

剛域オフセット、部材解放など、部材端部に関連する属性のデータ表を表示します。

部材端部バネ

モデルの中で半剛接合を表現する部材端部バネの属性のデータ表を表示します。

節点荷重

節点荷重の位置と大きさのデータ表を表示します。

規定変位

規定変位の節点番号、方向と大きさなどのデータ表を表示します。

部材荷重

部材への荷重の位置と大きさのデータ表を表示します。

熱荷重

熱荷重のデータ表を表示します。

拘束

節点の拘束のデータ表を表示します。

同一変位グループ

静的または動的荷重に対して、複数の節点が同じように変位するように、節点をグループ化します。

バネ

節点バネの剛性のデータ表を表示します。

バネ部材

バネ部材のデータ表を表示します。

節点質量

(Multiframe 4D のみ)

節点質量のデータ表を表示します。

セクション

このフレームのセクションの使用をまとめたセクション表を表示します。各セクションの番号、長さ、重量などのデータを含みます。

ステップ荷重

（Multiframe4D）

動的解析の節点荷重の位置と、関連する時系列を表示します。

解析設定

（非線形解析の場合）非線形解析で利用する設定を表で表示します。

荷重条件

静的荷重条件の表を表示します。

結果サブメニュー

このサブメニューでは結果ウィンドウでどの結果表を表示するかを指定します。

変位

現行の荷重条件における節点変位を計算して結果ウィンドウに表示します。

反力

現行の荷重条件における節点反応を計算して結果ウィンドウに表示します。

部材応力

結果ウィンドウに、現在の荷重条件下で計算された部材応力が表示されます。

最大部材応力

結果ウィンドウに、現在の荷重条件下で計算された最大部材応力が表示されます。

バネ部材応力

結果ウィンドウに、現在の荷重条件下で計算されたバネ部材の応力が表示されます。

部材応力度

結果ウィンドウに、現在の荷重条件下で計算された部材応力度が表示されます。

最大部材応力度

結果ウィンドウに、現在の荷重条件下で計算された最大部材応力度が表示されます。

部材細部

選択された部材の各点上での部材応力と応力度を表示します。

座屈

軸力、有効長さ、有効長さ係数を含む座屈解析の結果を表示します。

固有値振動数

(Multiframe 4D のみ)

モーダル解析で得られたモード形状のそれぞれについて、振動周波数、周期、刺激係数、刺激質量比とモード質量を表示します。

応力サブメニュー

このサブメニューはプロットウィンドウに表示する応力、変形図の種類を指定します。

モーメント Mz'

現行の荷重条件での部材 z' 軸に対する曲げモーメントを計算してプロットウィンドウで表示します。

モーメント My'

現行の荷重条件での部材 y' 軸に対する曲げモーメントを計算してプロットウィンドウで表示します。

せん断 Vy'

現行の荷重条件での部材 y' 方向のせん断応力を計算してプロットウィンドウで表示します。

せん断 Vz'

現行の荷重条件での部材 z' 方向のせん断応力を計算してプロットウィンドウで表示します。

軸力 Px'

現行の荷重条件での軸力を計算してプロットウィンドウで表示します。

軸引張力

現行の荷重条件での軸引張力を計算してプロットウィンドウで表示します。

軸圧縮力

現行の荷重条件での軸圧縮力を計算してプロットウィンドウで表示します。

トルク／ねじれ Tx'

現行の荷重条件での部材 x' 軸に関するねじれを計算してプロットウィンドウで表示します。

全体 Mx

現行の荷重条件での全体 x 軸に関する曲げモーメントを計算してプロットウィンドウで表示します。

全体 My

現行の荷重条件での全体 y 軸に関する曲げモーメントを計算してプロットウィンドウで表示します。

全体 Mz

現行の荷重条件での全体 z 軸に関する曲げモーメントを計算してプロットウィンドウで表示します。

応力度サブメニュー

このサブメニューでは、プロットウィンドウに表示される応力度、変形図を設定します。

曲げ Sbz' 上

部材 z' 軸正方向の曲げ応力度をプロットウィンドウで表示します。

曲げ Sbz' 下

部材 z' 軸負方向の曲げ応力度をプロットウィンドウで表示します。

曲げ Sby' 左

部材の左の y' 軸正方向（節点 2 から見た場合）の曲げ応力度をプロットウィンドウで表示します。

曲げ Sby' 右

部材の右の y' 軸負方向（節点 2 から見た場合）の曲げ応力度をプロットウィンドウで表示します。

せん断力 Sy'

部材 y' 軸方向の単位面積当たりのせん断応力をプロットウィンドウで表示します。

せん断力 Sz'

部材 z' 軸方向の単位面積当たりのせん断応力をプロットウィンドウで表示します。

軸力 Sx'

単位面積当たりの軸力をプロットウィンドウで表示します。

軸引張力 Sx'

単位面積当たりの軸引張力をプロットウィンドウで表示します。

軸圧縮力 Sx'

単位面積当たりの軸圧縮力をプロットウィンドウで表示します。

組み合わせ Sx'+ Sbz' 上

部材 z' 軸正方向の曲げ応力度と軸応力度をプロットウィンドウで表示します。

組み合わせ Sx'+ Sbz' 下

部材 z' 軸負方向の曲げ応力度と軸応力度をプロットウィンドウで表示します。

組み合わせ Sx'+ Sby' 左

部材 y' 軸正方向の曲げ応力度と軸応力度をプロットウィンドウで表示します。

組み合わせ Sx'+ Sby' 右

部材 y' 軸負方向の曲げ応力度と軸応力度をプロットウィンドウで表示します。

ケースメニュー

解析と荷重ケースの扱いに使用されるコマンドが含まれます。

解析を実行

(Multiframe4D)

全荷重条件での構造物の変形、モーメント、応力を求める解析を実行します。解析時の諸設定を行うダイアログボックスが表示されます。

線形解析を実行

(F2)

Multiframe3D では、全荷重条件での構造物の変形、モーメント、応力を求める線形解析を実行します。

非線形解析を実行

(Ctrl + F2)

Multiframe3D では、非線形解析を実行します。非線形解析のための設定を行うためのダイアログが表示されます。

計算を実行

(Alt + =)

計算シートでの計算式を計算します。

荷重条件の追加

下記の荷重条件の追加サブメニューを参照してください。

荷重条件の編集

現行の荷重条件の設定を変更します。

荷重条件の並べ替え

荷重条件リスト上の荷重条件の順番を並べ替えます。

荷重条件の削除

1 つまたは複数の荷重条件を削除します。

線形解析結果

現行の荷重条件での構造物の線形解析結果を表示します。

非線形解析結果

現行の荷重条件での構造物の非線形解析結果を表示します。

モード形状サブメニュー

(Multiframe4D)

このサブメニューには、モーダル解析によって計算されたそれぞれのモード形状を選択する項目があります。選択されたモード形状に関連する結果がアプリケーションに表示されます。この結果は、プロットウィンドウと結果ウィンドウでの変形図に影響します。

座屈モードサブメニュー

このサブメニューには、座屈解析によって計算されたそれぞれのモード形状を選択する項目があります。選択されたモード形状に関連する結果がアプリケーションに表示されます。

荷重条件メニュー項目

荷重ウィンドウとデータウィンドウで選択された荷重条件に関する荷重を表示し、編集します。プロットウィンドウと結果ウィンドウで選択された荷重条件の結果を表示します。

荷重条件

(Ctrl + L)

表示する荷重条件を選択できるダイアログボックスが表示されます。

荷重条件の追加サブメニュー

新たに荷重を追加して任意の荷重係数を入力します。

自重

自重による荷重条件を追加します。

静的

静的荷重条件を追加します。

静的組み合わせ

複数の荷重条件を組み合わせ、各々に係数を設定します。

包絡

包絡荷重条件を設定します。

時刻歴応答

(Multiframe 4D)

時刻歴応答荷重条件を追加します。

地震

(Multiframe 4D)

地震による荷重条件を追加します。

時刻メニュー

(Multiframe 4D)

時刻メニューの項目は時刻歴応答解析のどのステップが表示されるかを制御します。

最大応答値

現在の時刻歴応答解析結果の最大応答値を表示します。

最小応答値

現在の時刻歴応答解析結果の最小応答値を表示します。

絶対応答値

現在の時刻歴応答解析結果の絶対応答値を表示します。

時刻歴応答

(Ctrl + H)

表示される時刻歴応答のステップを設定します。

ウィンドウメニュー

各ウィンドウの表示をコントロールします。

重ねて表示

アクティブウィンドウの後ろにすべてのウィンドウを重ねて表示します。

並べて表示

表示されているウィンドウすべてを、横方向に並べて表示します。

上下に並べて表示

表示されているウィンドウすべてを、縦方向に並べて表示します。

アイコンを整列

最小化されたウィンドウを、Multiframe のプログラムウィンドウ下部にまとまるように再配列します。

編集レイアウト

フレームウィンドウ、データウィンドウ、荷重ウィンドウを同時に表示します。フレームを作るとき、荷重と拘束を定義するときに便利です。

結果レイアウト

プロットウィンドウ、結果ウィンドウ、荷重ウィンドウを同時に表示します。解析結果を見る場合に便利です。

計算レイアウト

プロットウィンドウ、荷重ウィンドウ、計算シートウィンドウを同時に表示します。特定の部材に対して自分の計算をしたい場合に便利です。

レポートレイアウト

プロットウィンドウ、荷重ウィンドウ、レポートウィンドウを同時に表示します。断面算定のサマリレポートを表示する場合に便利です。

フレーム

フレームウィンドウを出して一番手前に表示します。

データ

データウィンドウを出して一番手前に表示します。

荷重

荷重ウィンドウを出して一番手前に表示します。

結果

結果ウィンドウを出して一番手前に表示します。

プロット

プロットウィンドウを出して一番手前に表示します。

計算シート

計算シートウィンドウを出して一番手前に表示します。

レポート

レポートウィンドウを出して一番手前に表示します。

ヘルプメニュー

Multiframe に関する情報を提供します。

Multiframe ヘルプ

Multiframe のヘルプファイルを起動します。

Automation ヘルプ

Multiframe オートメーションのヘルプファイルを起動します。

Automation リファレンス

Multiframe オートメーションのリファレンスファイルを起動します。

オンラインサポート

このコマンドは、ウェブブラウザで Formation Design Systems 社のウェブサイトのサポートページを開きます。このウェブページには、オンライン版マニュアル、リリースノート、サポート情報、トレーニングテキスト、プロテクトキーに関するトラブルシューティングなどがあります。

ソフトウェアの更新

このコマンドは、ウェブブラウザで Formation Design Systems 社のウェブサイトのサポートページを開き、Multiframe の最新バージョンについて確認できます。

Multiframe について

現在使用中の Multiframe のバージョン情報、そして現行の構造内の節点数、部材数、荷重総数などの情報を表示します。

第 4 章　Multiframe 解析法

この章では、Multiframe で利用されている解析法について説明します。

- 解析法
- 参考書

解析法

ここでは、Multiframe が利用する解析法および考え方について説明します。

- 剛性マトリックス法
- 軸と記号
- 部材の応力
- モーダル解析
- 容量
- 非線形解析

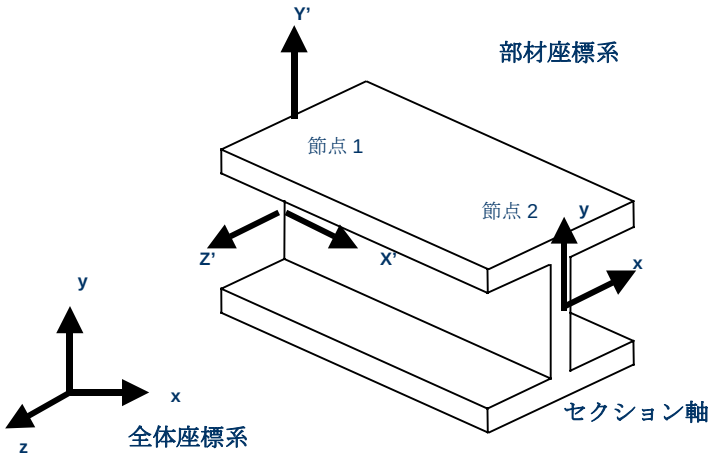
剛性マトリックス法

Multiframe では、構造の応力と変形の計算に連立方程式を解くマトリックス剛性法を用います。Multiframe は、この応力と変形を計算するために第 1 次線形弾性解析を行います。このソフトウェアを使用する前に、マトリックス剛性法を良く理解しておくことが必要です。

マトリックス剛性法では、構造の各部材に対して剛性マトリックスを使い、荷重に対して適用された線形連立方程式を解いて構造の変形を計算していきます。内部の応力と反力は、この変形から計算されています。Multiframe では、ディープビームでのせん断力、またはねじれによるそりなどは計算できません。

軸と記号

Multiframe では、形状、荷重を定義するために 2 つの座標系を使います。全体座標系は、右手の x、y、z のシステムで、y 軸が鉛直に走っており、x と z 軸が水平に沿っています。自己荷重による重量は、負（−）の y 軸方向に荷重されます。部材軸と全体軸を区別するため部材軸が「'」記号で指定されています。



構造の各部材は両端の節点によって定義され、指定されています。部材座標系は、右手 x、y、z 系で節点 1 から節点 2 へ部材を沿う x 軸を持っています。y'軸の方向は、部材の方位の指定によって決められています。方位というのは、y'軸と部材の両端を通る垂直面との間の角度で定義されています。

Multiframe では、計算のために各節点で 6 つの自由度を使用しています（以下のマトリックスに参照）。これは、各節点で軸に対して 3 つの変位と 3 つの回転があります。

Multiframe の使用する部材要素剛性マトリックス K は、以下の通りです。

$\frac{AE}{L}$	0	0	0	0	0	$\frac{-AE}{L}$	0	0	0	0	0
0	$\frac{12EIz'}{L^3}$	0	0	0	$\frac{6EIz'}{L^2}$	0	$\frac{-12EIz'}{L^3}$	0	0	0	$\frac{6EIz'}{L^2}$
0	0	$\frac{12EIy'}{L^3}$	0	$\frac{-6EIy'}{L^2}$	0	0	0	$\frac{-12EIy'}{L^3}$	0	$\frac{-6EIy'}{L^2}$	0
0	0	0	$\frac{GJ}{L}$	0	0	0	0	0	$\frac{-GJ}{L}$	0	0
0	0	$\frac{-6EIy'}{L^2}$	0	$\frac{4EIy'}{L}$	0	0	0	$\frac{6EIy'}{L^2}$	0	$\frac{2EIy'}{L}$	0
0	$\frac{6EIz'}{L^2}$	0	0	0	$\frac{4EIz'}{L}$	0	$\frac{-6EIz'}{L^2}$	0	0	0	$\frac{2EIz'}{L}$
$\frac{-AE}{L}$	0	0	0	0	0	$\frac{AE}{L}$	0	0	0	0	0
0	$\frac{-12EIz'}{L^3}$	0	0	0	$\frac{-6EIz'}{L^2}$	0	$\frac{12EIz'}{L^3}$	0	0	0	$\frac{-6EIz'}{L^2}$
0	0	$\frac{-12EIy'}{L^3}$	0	$\frac{6EIy'}{L^2}$	0	0	0	$\frac{12EIy'}{L^3}$	0	$\frac{6EIy'}{L^2}$	0
0	0	0	$\frac{-GJ}{L}$	0	0	0	0	0	$\frac{GJ}{L}$	0	0
0	0	$\frac{-6EIy'}{L^2}$	0	$\frac{2EIy'}{L}$	0	0	0	$\frac{6EIy'}{L^2}$	0	$\frac{4EIy'}{L}$	0
0	$\frac{6EIz'}{L^2}$	0	0	0	$\frac{2EIz'}{L}$	0	$\frac{-6EIz'}{L^2}$	0	0	0	$\frac{4EIz'}{L}$

A = Area（断面積）, E = ヤング率, G= せん断率, L = Length（長さ）, J = ねじれ定数,
I = 断面 2 次モーメント

各値は、次式に基づいて決定されます。

F=Kx

F= 適用された荷重のベクトル、K=上記の剛性マトリックス、x は算出された変位ベクトル値です。

F={Px1、Py1、Pz1、Mx1、My1、Mz1、Px2、Py2、Pz2、Mx2、My2、Mz2}

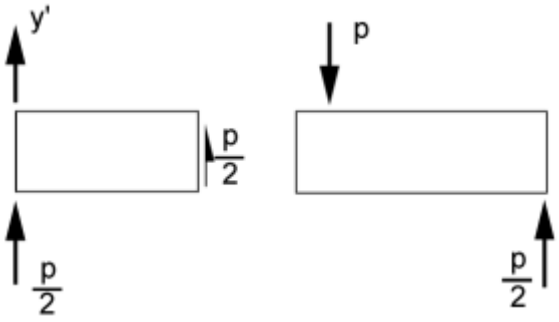
x={dx1, dy1, dz1, Øx1, Øy1, Øz1, dx2, dy2, dz2, Øx2, Øy2, Øz2}

以上、すべて部材座標系に対するものです。

Iz' 'と Iy' は部材座標系に対する断面 2 次モーメントです。通常、部材の主モーメントと副モーメントを説明するためのそれぞれ Ix と Iy とを使うので、部材方位が 0 の部材には Iz' が通常の Ix に相当しており、Iy' が通常の Iy に相当します。Multiframe のセクションライブラリー（Sections Library）では、保存された部材の 2 つの断面 2 次モーメントに通常の Ix, Iy 記号を使います。

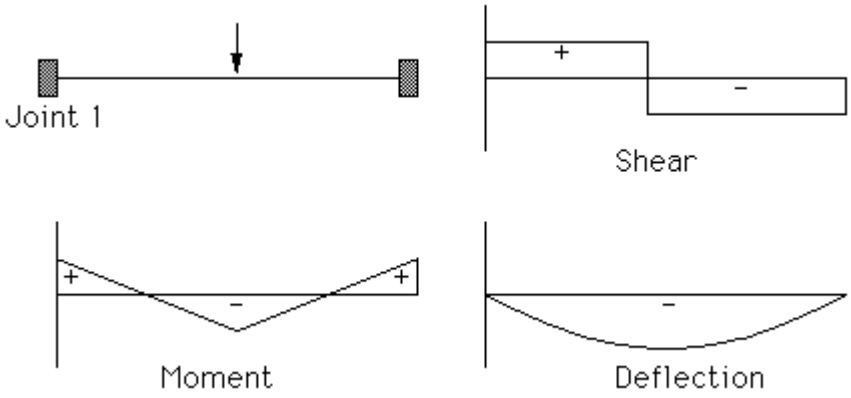
部材の応力

Multiframe では、部材の応力が部材座標系に対して計算されています。部材の途中の点での応力を計算する際、その途中点から左に作用されている自由物体図を Multiframe ではチェックします。計算される応力の記号には、この点での応力のバランスを使います。たとえば、中央点で荷重がかけられている簡単な梁のせん断力をみます。



以上の梁の左側を含め、上図で示すように、せん断力の合計は正（+）になります。

例えば通常の梁の場合、左側に節点 1(Joint 1)があり、右側に節点 2 がありますが、下に働く荷重の重量は負（−）の値になります。その場合の応力は次のようになります。



構造に適用される荷重を指定する場合、荷重方向をいれる必要はありません。Multiframe では、アイコンによって方向が定義されています。

モーダル解析

Multiframe4D では構造物のモーダル解析ができます。この解析では固有値振動周波数とモード形状を計算します。この固有値振動周波数とモード形状は構造物の剛性、そしてその自重と適用された節点質量の断面 2 次モーメントの効果の相互性の結果となります。

Multiframe4D ではサブスペースイテレーション法を使って、構造の固有値動的レスポンスを計算します。つまり、以下の式が解けられます。

$$[m]\{\ddot{u}\} + [k]\{u\} = \{0\}$$

[m] は質量マトリックス、{ü}は節点加速度ベクトル、 [k] は剛性マトリックス、と {u} は節点変位ベクトル になります。この固有値振動の式の結果がいくつかあり、フレームの固有値レスポンスになります。Multiframe では振動の最長高周期（つまり、最低の周波数）に相当する結果を計算します。

Multiframe で利用される部材質量マトリックスは解析を実行...ダイアログの質量行列設定項目で集中質量あるいは分散質量が選択されているかどうかによって異なります。

集中質量モデルの場合、質量マトリックスは以下の通りです。

$\frac{mL}{2}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	$\frac{ML}{2}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	$\frac{mL}{2}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	$\frac{mLIo}{2A}$	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	$\frac{mL}{2}$	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	$\frac{mL}{2}$	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	$\frac{mL}{2}$	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	$\frac{mLIo}{2A}$	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

A = Area（断面積）, m = 単位長さ当たりの質量, Io= 断面極 2 次モーメント= Ix + Iy,
L = Length（長さ）

分散質量モデルの質量マトリックスは以下の通りです。

$\frac{140mL}{420}$	0	0	0	0	0	$\frac{70mL}{420}$	0	0	0	0	0
0	$\frac{156mL}{420}$	0	0	0	$\frac{22mL^2}{420}$	0	$\frac{54mL}{420}$	0	0	0	$\frac{-13mL^2}{420}$
0	0	$\frac{156mL}{420}$	0	$\frac{-22mL^2}{420}$	0	0	0	$\frac{54mL}{420}$	0	$\frac{13mL^2}{420}$	0
0	0	0	$\frac{140mLIo}{420A}$	0	0	0	0	0	$\frac{70mLIo}{420A}$	0	0
0	0	$\frac{-22mL^2}{420}$	0	$\frac{4mL^3}{420}$	0	0	0	$\frac{-13mL^2}{420}$	0	$\frac{-3mL^3}{420}$	0
0	$\frac{22mL^2}{420}$	0	0	0	$\frac{4mL^3}{420}$	0	$\frac{13mL^2}{420}$	0	0	0	$\frac{-3mL^3}{420}$
$\frac{70mL}{420}$	0	0	0	0	0	$\frac{140mL}{420}$	0	0	0	0	0
0	$\frac{54mL}{420}$	0	0	0	$\frac{13mL^2}{420}$	0	$\frac{156mL}{420}$	0	0	0	$\frac{-22mL^2}{420}$
0	0	$\frac{54mL}{420}$	0	$\frac{-13mL^2}{420}$	0	0	0	$\frac{156mL}{420}$	0	$\frac{22mL^2}{420}$	0
0	0	0	$\frac{70mLIo}{420A}$	0	0	0	0	0	$\frac{140mLIo}{420A}$	0	0
0	0	$\frac{13mL^2}{420}$	0	$\frac{-3mL^3}{420}$	0	0	0	$\frac{22mL^2}{420}$	0	$\frac{4mL^3}{420}$	0
0	$\frac{-13mL^2}{420}$	0	0	0	$\frac{-3mL^3}{420}$	0	$\frac{-22mL^2}{420}$	0	0	0	$\frac{4mL^3}{420}$

A = Area（断面積）, m = 単位長さ当たりの質量, Io= 断面極 2 次モーメント= Ix + Iy,
L = Length（長さ）

通常、正確な結果を得るために分散質量で解析することをお勧めしますが、分散質量で収束しない場合には、集中質量に変えて解析し、両方の解析結果を比較することを推薦します。

容量

Multiframe の最大容量は次の通りになります。

節点の数	制限なし
部材の数	制限なし
拘束と規定変位の数	制限なし
バネの数	制限なし
荷重条件の数	500
節点荷重の数	制限なし
部材荷重の数	制限なし
熱荷重の数	制限なし
1 節点で接続できる部材の数	18

しかし、現実の容量は Multiframe が作動している時に使用できるメモリ量によって限定されます。必要な場合、仮想メモリの設定を変えることによって、メモリを増やすことができます。要求されるメモリは節点の番号順と関係ありません。Multiframe では内部に節点番号を自動的に最適化して、できるだけ少ないメモリで解析を行います。

また、解析できる構造のサイズは、荷重条件の数と構造の幾何学的構成によって変わります。荷重条件の数を増やせば解析できる構造は小さくなります。構造を解析するためのメモリが不足している場合は、各荷重条件を別のファイルに保存し、ファイル別に解析することができます。

非線形解析

非線形解析は、P-δ、P-Δ、 軸縮み効果による非線形（二次弾性）性に基づいて実行されます。非線形解析は、構造の中にあるいずれの「引張力のみ」部材または「圧縮力のみ」部材の影響についても計算に入れて解析します。

P-delta 効果

P-delta（P-δ）効果の実現は、Ghali と Neville によって示された微分方程式に基づいており、変形された形状、部材の剛性、固定された端部応力が安定度関数を使って導かれます。Multiframe は、部材の全長に渡って適用される均等分布荷重に関しては、正しい非線形固定端部応力を計算し、他の部材荷重については線形固定端部応力を使用します。これは、小さな軸力をともなう部材にはほとんど影響がなく、解析の精度は高い軸力によって部材を分割することで改善します。

P-Delta 効果

Multiframe では、P-Delta（P-Δ）効果はそれぞれの反復の中で節点座標を更新することによって計算に入れられます。

軸縮み

Multiframe では、部材の曲げによる部材の軸縮みをモデル化できます。この非線形効果は非線形解析ダイアログで該当するオプションを選択することにより、考慮することができます。Multiframe では、部材の端部に作用するモーメントによる部材の縮みのみが考慮されています。部材にかかる荷重の効果は考慮されていません。

「引張力のみ」部材および「圧縮力のみ」部材

「引張力のみ」部材および「圧縮力のみ」部材は、非線形解析によって計算の対象となります。これらのタイプの部材は、部材の軸変形に基づいてそれぞれの反復の最後に除去されたり元の構造に戻されたりします。

「引張力のみ」および「圧縮力のみ」の部材は、静的線形解析、動的解析または時刻歴応答解析の中では計算の対象になりません。

解析

Multiframe の非線形解析は、ニュートンラプソンの解析法を使って実行します。ユーザは、荷重増分数、反復の最大数および最小数、収束許容誤差、収束ノルムのタイプを調整して、解析を実行します。

せん断変形

せん断変形は、非線形解析では計算対象となりません。

参考書

マトリックス剛性解析法の参考として以下の本を役立ててください。

- ***Matrix Structural Analysis***

R L Sack, PWS - Kent, Boston 1989

- ***Computer Methods of Structural Analysis***

F W Beaufait, Prentice Hall, New Jersey, 1970

- ***Matrix Methods of Structural Analysis***

R K Livesley, The MacMillan Co, New York, 1964

- ***Matrix Analysis for Structural Engineers***

N Willems & W M Lucas, Prentiss Hall, New Jersey, 1968

- ***Structural Dynamics, Theory and Computation***

Mario Paz, Van Nostrand, New York, 1991

- ***Structural Dynamics, An introduction to computer methods***

R R Craig, J Wiley & Sons, New York, 1981

- ***Matrix Structural Analysis***

Meek J L, McGraw Hill, New York, 1971

- ***Theory of Matrix Structural Analysis***

Przemieniecki, Dover Publication, New York, 1968

- ***Structural Analysis: A Unified Classical and Matrix Approach***

Ghali, A. and Neville, A.M., 3rd edition, Chapman and Hall, London,1989

- ***Matrix Structural Analysis***

McGuire, W., Gallagher, R.H. and Ziemian, R.D., 2rd edition, John Wiley and Son, New York, 2000

付録 A　トラブルシューティング

この付録では、Multiframe 使用時に起こりうる諸問題への対処法を紹介します。

トラブルシューティング

Multiframe での解析中に「拘束されていない自由度があります。」あるいは、「解析結果に矛盾があります。構造、拘束とセクション属性をもう一度確認してください。」というエラーメッセージが表示されることがあります。

Multiframe では、解析計算の実行後に、変形値が無限となっていないか（剛性マトリックスの斜辺がゼロとなっていないか）を検証し、解析結果に矛盾がないことをチェックします。そして、エラーを検出すると、「この構造物には、拘束されていない自由度があります。」や「自由度が拘束されていません。」といったエラーメッセージを表示し、フレームウィンドウにエラーの原因と思われる節点を黒く選択表示します。

Multiframe では解析が終了してからも、解析結果が正当なものであるかどうかのチェックを行います。これは、算出された変位に無限の値を持つものがないかを調べることによって行われ、1 つでも問題が発見されれば、「解析結果に矛盾があります。」というエラーメッセージを表示します。これらの問題は、主に以下の 4 つの原因が考えられます。エラーメッセージが表示された場合は、以下の 4 項目をチェックして、これに対処するようにします。

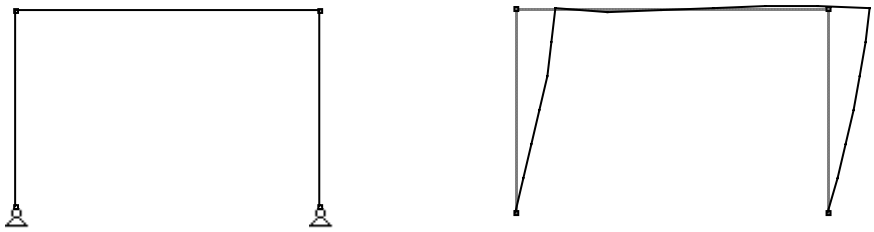
1.　不適当なセクション属性は設定されていないか？

Multiframe の行う剛性マトリックスの計算では、曲げ、軸、ねじりのそれぞれの変形に対する各部材の振る舞いを、セクションライブラリーからそれぞれの部材に割り当てられた、セクション属性を参照することで決定します。このセクション属性に値がゼロのものがあると、マトリックス計算の結果はゼロとなり、エラーが発生します。セクション属性として定義される、以下の値がゼロ以上の値を持っていることを確認してください。

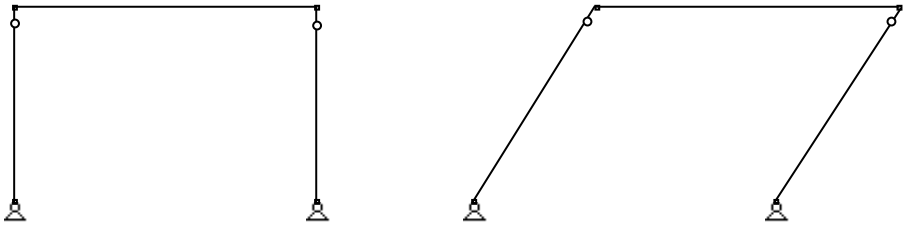
Area	セクションの断面積
Ix	強軸に対する断面 2 次モーメント
Iy	弱軸に対する断面 2 次モーメント
J	ねじり定数
E	弾性／ヤング係数
G	せん断率係数

2.　機構的な問題はないか？

自由な部材（ピン接合された部材）またはピン節点が構造内に定義されている場合、剛性体変形モードによる変形を許す不安定な機構を作り出してしまうことがあります。最も簡単な例は、2 本の柱をピン拘束で地面に固定した横方向に荷重を受ける門型フレームです。この場合、すべての部材が（ピンではなく）剛接合されていれば、解析は問題なく実行され、柱の変形による変形が求められます（下図）。



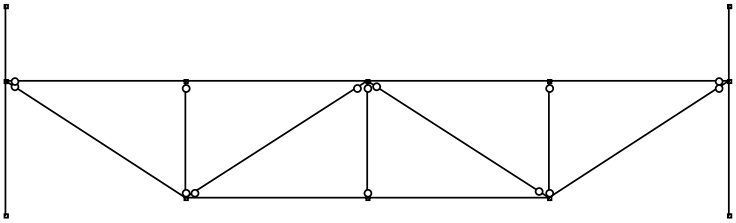
この門型フレームの横梁にピン部材を使用すると、柱の上下両端で回転が許される動作機構が定義されるため、このフレームは自由に変形できる構造と見なされ、解析時にエラーが発生してしまいます（下図）。



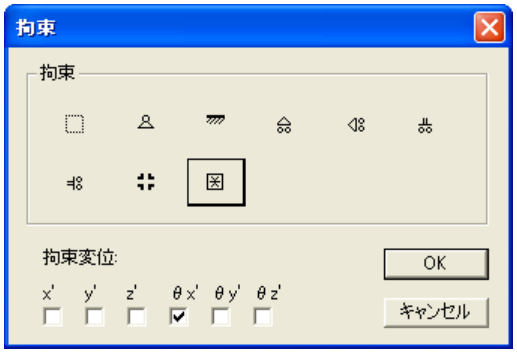
この門型フレームの機構的な問題を解決するには、両方の柱の上部節点を横方向に拘束するか、それぞれを剛性部材として定義し直してやる必要があります。

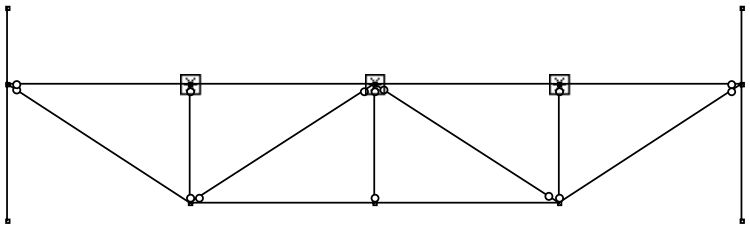
構造内の部材に、曲げモーメント（My' と Mz'）と共にねじり（Tx'）の解放も設定してやると、剛性体変形モードによる問題よりもさらに微妙な、ねじり剛性モードによる問題を生じる可能性があります。この最も簡単な例は、中央でモーメントを受ける部材で、両端でピン（モーメント解放）とねじり解放を設定されたものです。この部材には、ねじりに対する拘束がまったく定義されないため、中央で受けるモーメントによって、無限大のねじり回転が発生してしまいます。

ある構造が、別の構造に無限のねじり回転を許容される形でピン接合されている場合、もっと複雑な問題が起こります。これの一般的な例として、剛接合された上弦以外はすべてピン接合で定義されたトラス構造があげられます。



上の構造では、ピン接合された中間部材を持ったトラスが、上弦の左右両端で別の構造にピン止めされ、弦の長手方向を軸に自由に回転できるようになっているため、トラス上部の節点で無限の回転によるエラーが発生してしまいます。この問題を解決するには 3 つの方法があり、その内の 1 つは、問題となる上部の各節点に対して、x 軸回りの回転拘束（Øx）を設定することです。





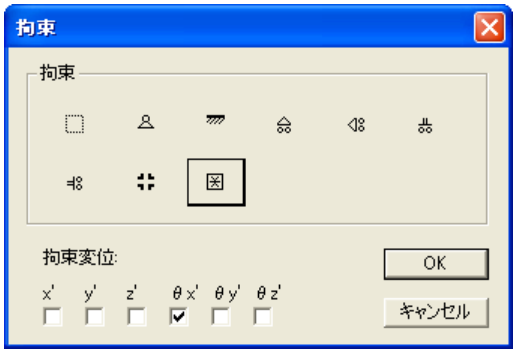
上記以外の解決方法としては、設定されたねじりモーメント（Tx'）の解放を無効とするか、フレームメニューから節点タイプコマンドを選択し、節点をピンに設定します。このコマンドを使ってピンと設定された節点では、その節点でのすべての回転が強制的にゼロと設定されます。

こうした方法を使えば、残りの部分の解析結果に影響することなく、無限のねじり回転に関する問題を防ぐことができます。

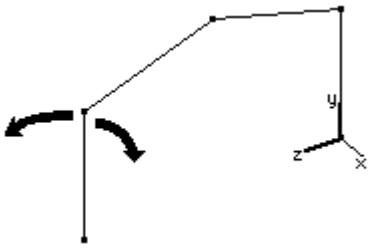
3. 不適当な拘束は設定されていないか？

解析される構造は、それ自体が 1 つの剛性体として動かないように定義されている必要があります。例えば、Multiframe 3D を用いて 2 次元の構造解析を行おうとして、「解析結果に矛盾があります。構造、拘束とセクション属性をもう一度確認してください。」というエラーメッセージが表示されることがあります。これは、そのフレームの支点を通る、全体 x 軸まわりの回転に対して、十分な拘束が設定されていないためです。例えば下図に示されるような、ピン拘束された単 1 または連続したビーム構造は、x 軸を中心に自由に回転することができるため、解析することができません。

この問題を解決するには、構造内の 1 ヶ所以上の拘束に x 拘束を加えます。



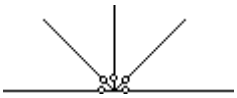
同様の問題は、より複雑な 2 次元構造内でも発生します。すべての節点でピン拘束が設定され、これがすべて同一平面上に存在するような構造では、剛性モードでのねじり回転が発生します。



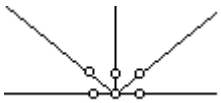
ピン拘束された 2 次元の門型構造は、全体 z 軸を中心に自由に回転してしまいます。

4. 拘束されていない節点はないか？

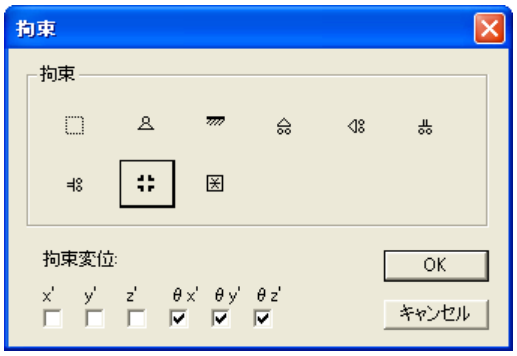
多数の部材を持った構造を定義する際、複数の部材が接合する節点で、下の図のように、すべての部材をピン接合でこれに接合させたい場合があります。こうした場合、その節点に回転に対する拘束を設定しておかないと、無限の回転変形が許容されてしまいます。



この問題を避けるには、その節点の節点タイプをピンに設定してやります。



または、その節点に 3 方向に対する回転拘束を設定してやる方法もあります。



上記の方法で節点における回転を拘束しても、接合された各部材はピン接合のまま残るため、それぞれ問題なく変形、回転させることができます。

付録 B　トラスの解析方法

この付録では、Multiframe を用いたトラスの解析方法を紹介します。

トラスの解析方法

Multiframe で構造物を作成するとき、構造内の部材がすべて剛接合によって接合され、すべての節点でモーメントが伝達されるように定義されているものと仮定します。構造にモーメントを伝達しない節点を設けるには、部材解放コマンドを使って、接続する部材の一端または両端でモーメントが解放されるように設定するか、節点タイプコマンドでその節点に接続されたすべての部材端部が、ピン接合されるように設定します。

上記の方法を用いれば、構造内の各部材端部のモーメントは自由に解放することができますが、ある 1 つの節点に接合されたすべての部材で、その端部モーメントを解放してしまうと、ある問題が生じてしまいます。こうした節点では、回転に対する拘束が設定されず、無限の回転変形が許容されてしまうため、このような節点を持つ構造に対して解析計算を実行すると、「解析結果に矛盾があります。構造、拘束とセクション属性をもう一度確認してください。」というエラーメッセージが表示されてしまいます。トラス構造の解析する場合は、トラス内のすべての部材で、両端部をピン接合と設定する必要があるため、トラス内のすべての節点でこの問題が生じてしまう結果となります。

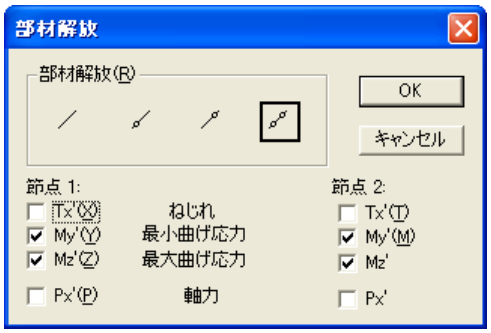
この問題を解決するには、問題となる各節点で、その節点における回転変形がゼロとなるよう、すべての方向に対して回転を拘束します。ピン接合された接合部材からのモーメントの影響を受けることなく、自由に変形することのできる節点は、こうして定義します。

以下に、トラス構造の解析例を示します。

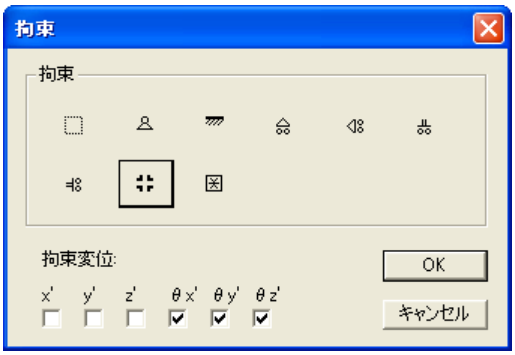
1. 通常通りに構造を描きます。

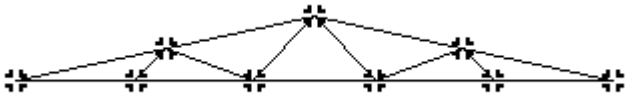
2. 選択メニューから全体コマンドを選択し、構造内のすべての部材を選択します。

3. 部材解放コマンドを使って、すべての部材を両端ピンに設定します。

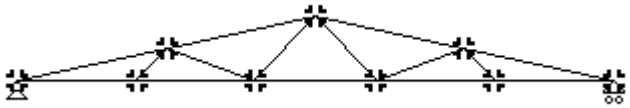


4. 節点拘束コマンドを使って、構造中のすべての節点に回転に対する拘束を設定します。





5. トラスの左右両端の節点を、ピン拘束に設定します。



以上の設定で、問題となる各節点での回転はゼロに押えられ、その結果、Multiframe は軸力のみによるトラスの変形を正しく計算できるようになります。

上記の設定作業を行うと、数多くの拘束条件がフレームウィンドウに表示されます。これが好ましくない場合は、表示メニューのシンボル...コマンドを使って、これらを非表示と設定してください。

付録 C
セクションマップファイルフォーマット

この付録は、Multiframe で使われるセクション名を他のアプリケーションで使われるセクションにマッピングするために使用するテキストファイルのフォーマットについて説明します。ユーザは、他のアプリケーションで使用する指定のファイルフォーマットをインポートするとき、マッピングファイルを選択できます。

セクションマップフォーマット

Mutiframe のセクションマップファイルのフォーマットについて、下記に説明します。この項では、ファイルフォーマットのバージョン 1 について説明します。

ファイルの第 1 行には、必ず「Multiframe Section Map File」というテキストが含まれます。

第 2 行は、ファイルのファイルフォーマットバージョンについて記述します。この行には「Version 」テキストがあり、その後に整数値が続きます。現在のファイルフォーマットでは、この行には「Version 1」というテキストが含まれます。

アスタリクス（*）から始まる 3 行目以降の行はコメント行で、行読み取りのときには無視されます。

ファイルにあるその他すべての行は、Multiframe で使用されるセクション名を別の命名法にマッピングします。これらの各行には、4 つまでのカンマまたはタブで区切られた入力項目が含まれます。最初の 2 つの入力項目は Multiframe で使用されるセクションを識別し、まずセクショングループ名を指定して、次にセクション名を指定します。同じ行の第 3 の入力項目は、別のアプリケーションで使われるセクション名です。同じ行の第 4 の入力項目は、セクションを識別する追加フィールドで、通常はこのフィールドにサードパーティ製アプリケーションでセクション格納のために使われるライブラリー名が含まれます。この行の第 3 および第 4 の入力項目は、Multiframe セクションに対応するセクションがない場合は、無視されます。

下記に、簡単なサンプルファイルを示します。

```
Multiframe Section Map File
Version 1
*
* Maps Multiframe Australian section library to the Microstan Asw library

*
UB     610UB125     610UB125       Asw
UB     610UB113     610UB113       Asw
UB     610UB101     610UB101       Asw
UB     530UB92.4    530UB92.4      Asw
UB     530UB82.0    530UB82.0      Asw
```

これらのファイルは、スプレッドシートをテキストフォーマットで保存可能なスプレッドシートアプリケーションを使って、簡単に生成または編集できます。Microsoft Excel を使って、ファイルをタブ区切りまたはコンマ区切りフォーマットで保存できます。この付録では、Multiframe とその他のプログラムとのデータの共有方法について解説します。

付録 D
テキストファイルフォーマット

この付録では、Multiframe から後処理型のプログラムにデータを受け渡したり、直接入力または前処理型のプログラムで Multiframe で処理するデータを準備したりする際に使用される、テキスト形式のファイルフォーマットを説明します。

テキストファイルフォーマット

Multiframe は、テキストフォーマットでファイルを保存したり読み込んだりすることができます。この機能により他のプログラムと Multiframe のデータ交換ができます。

Multiframe のテキストファイルのフォーマットは以下の通りです。

ファイル内の数字は全て Fortran フォーマットで記述されています。実数は F12.4 フォーマット、整数は I5 フォーマットで記述されます。データはグループごとに保存され、各グループの先頭には大文字のグループ名があり、その後は関連データが並べられています。

テキストファイルでの単位は、現在利用中の Multiframe で選択されている単位です。

Job Title	80 文字まで、ファイルの説明と日付
METRIC or IMPERIAL Units	利用単位
JOINTS	節点を説明するデータの開始
I5	節点数
I5,F12.4,F12.4,F12.4	節点番号, x 座標, y 座標, z 座標
	…各節点毎に行を繰り返し
MEMBERS	部材を説明するデータの開始
I5	部材数
I5,I5,I5,I5,I5,I5,F12.4,A15,A25, I5	部材番号, 節点 1, 節点 2, セクショングループ, セクション番号, 部材方位, グループ名, セクション名, セクション形状
	…部材毎に行を繰り返し
SECTIONS	セクションデータの開始
I5	フレームに利用されている違うセクションの数
A25,I5,I5,I5, F10.4,F10.4,F10.4,F10.4, F12.4,F12.4,F12.4,F12.4,F12.4, F12.4,F12.4	セクション名, グループ番号, セクション番号, セクション形状, 奥行き, 幅, ウェブ厚,フランジ厚, Mass, 断面積, Ixx, Iyy, J, ヤング率, せん断弾性係数
	…フレームで利用されている各セクションに行を繰り返し
RESTRAINTS	拘束データの開始
I5	拘束数
I5,I5,I5,I5,I5,I5,I5,I5,F12.4,	拘束番号, 節点番号, x フラグ, y フラグ, z フラグ,

F12.4,F12.4,F12.4,F12.4,F12.4	Øx フラグ, Øy フラグ, Øz フラグ, x 値, y 値, z 値, Øx 値, Øy 値, Øz 値
	…拘束毎に行を繰り返し
SPRINGS	バネデータの開始
I5	バネ数
I5,I5,I5,I5,I5,I5,I5,F12.4,F12.4, F12.4,F12.4,F12.4,F12.4	バネ番号, 節点番号, x フラグ, y フラグ, z フラグ, Øx フラグ, Øy フラグ, Øz フラグ, x 値, y 値, z 値, Øx 値, Øy 値, Øz 値
	… バネ毎に行を繰り返し
LOADS	荷重データの開始
I5	荷重条件の数
LOAD CASE	荷重条件データの開始
A15	荷重条件名
JOINT LOAD	この荷重条件のための節点荷重の開始
I5	この荷重条件での各節点荷重数
15,15,15,15,15,15,15,15,F12.4,F12.4,F12.4F12.4,F12.4,F12.4	
	荷重 #, 節点 #, x フラグ, y フラグ, z フラグ, Øx フラグ, Øy フラグ, Øz フラグ, x 値, y 値, z 値, Øx 値, Øy 値, Øz 値
	…この荷重条件上の各節点荷重毎に行を繰り返し
MEMBER LOAD	この荷重条件上の部材荷重データの開始
15	この荷重条件上の部材荷重数
15,15,15,F12.4,F12.4,F12.4,F12.4	
	荷重番号, 部材番号, 荷重タイプ, 左距離, 右距離, （荷重の）左の値, （荷重の）右の値
	…この荷重条件上の部材荷重毎に行を繰り返し
THERMAL LOAD	荷重条件での熱荷重の開始
15	この荷重条件での熱荷重の数
15,15,F12.4,F12.4,F12.4,F12.4	
	荷重番号, 部材番号, 上部温度,下部温度, 熱係数, 奥行き
	…この荷重条件で熱荷重毎に行を繰り返し
	…この荷重条件の各熱荷重について繰り返し
RESULTS	解析結果の開始
LOAD CASE	荷重条件の結果の開始

A15	荷重条件名
DISPLACEMENTS & REACTIONS	変位と反力の開始
15,F12.4,F12.4,F12.4,F12.4,F12.4,F12.4,F12.4,F12.4,F12.4,F12.4,F12.4,F12.4	
	節点 3, x 変位, y 変位, z 変位, Øx, Øy, Øz, Px 反力, Py 反力, Pz 反力, Mx, My 反力, Mz 反力
	…節点毎に行を繰り返し
MEMBER ACTIONS	部材軸ベースの部材応力データの開始
15,F12.4,F12.4,F12.4,F12.4,F12.4,F12.4,F12.4,F12.4,F12.4,F12.4,F12.4,F12.4	
	部材番号, Fx1, Fy1, Fz1, Mx1, My1, Mz1, Fx2, Fy2, Fz2, Mx2, My2, Mz2
	…部材毎に行を繰り返し
	…荷重条件毎に結果行を繰り返し
END	ファイルの終わり

テキストファイルに利用されているフラグとコードの意味は下記の通りです。

SECTIONS

セクション形状というのは、各セクショングループ内のセクション形状を示す整数であり、 以下の通りになっています。

I 形鋼=1,みぞ形鋼=2, 等辺山形鋼=3, 不等辺山形鋼=4, T 形鋼=5, 長方形管鋼 (RHS)=6, 平鋼 (SHS)=7, 丸鋼=8, 丸棒鋼=9, 角形鋼管=10 , 曲げ CT 形鋼=11, 曲げ Z 形鋼=12

RESTRAINTS と SPRINGS

x フラグ, y フラグ, z フラグ, Øx フラグ, Øy フラグ, Øz フラグ

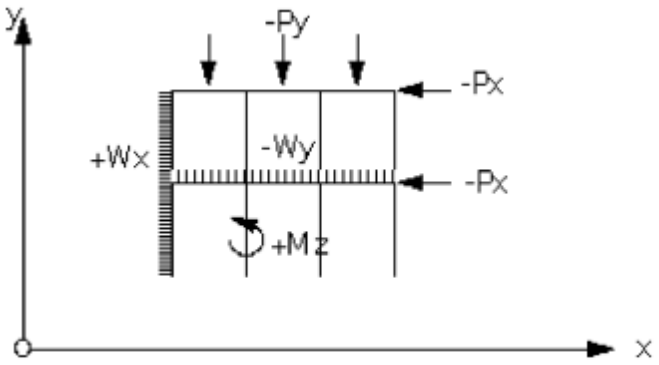
どの自由度が拘束されているかを示すために、この中の 1 つが 1 で、残りが 0 でなければなりません。ゼロでない拘束について、一回につき 1 つの自由度しか設定できません。

LOADS

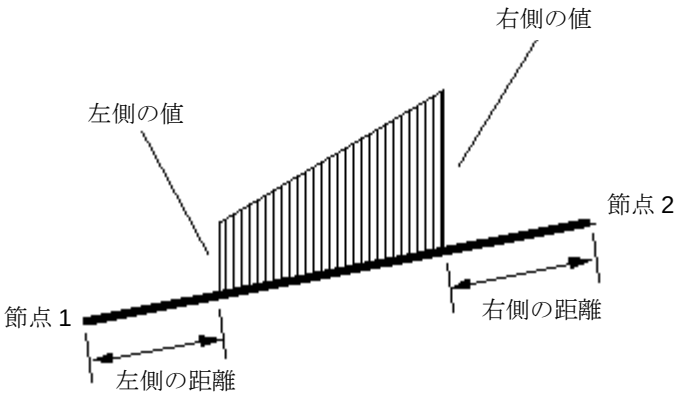
全体荷重のコード	部材荷重のコード
集中荷重	集中荷重
Px=3	Px'=-3
Py=13	Py'=-13
Pz=23	Pz'=-23
分布荷重	分布荷重
Wx=4	Wx'=-4
Wy=14	Wy'=-14
Wz=24	Wz'=-24

モーメント	モーメント
Mx=5	Tx'=-5
My=15	My'=-15
Mz=25	Mz'=-25

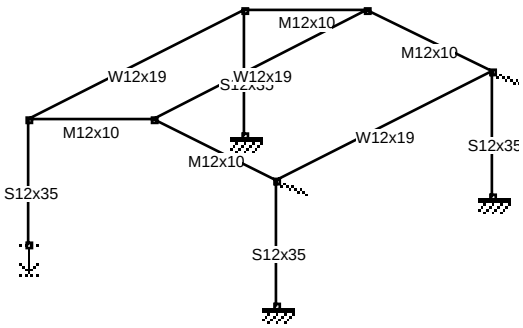
荷重基準と座標

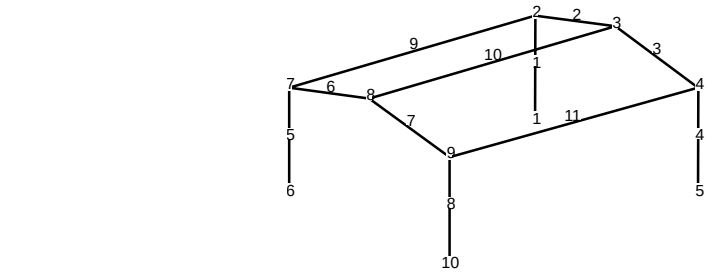


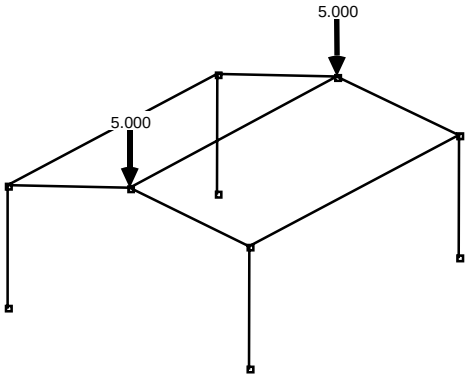
z 軸はページの裏から表方向に向かうものとする
（モーメントは反時計回りを正とする）。

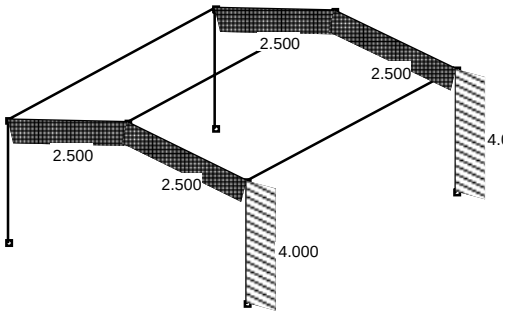


Multiframe テキストサンプルファイル









TextFileFrame 荷重条件 1　　TextFileFrame 荷重条件 2

```
TextFileFrame.text Fri, Apr 24, 1992
IMPERIAL
JOINTS
   10
    1      0.0000      0.0000      0.0000
    2      0.0000      9.0000      0.0000
    3     10.0000     11.1256      0.0000
    4     20.0000      9.0000      0.0000
    5     20.0000      0.0000      0.0000
    6      0.0000      0.0000     25.0000
    7      0.0000      9.0000     25.0000
    8     10.0000     11.1256     25.0000
    9     20.0000      9.0000     25.0000

   10     20.0000      0.0000     25.0000
MEMBERS
   11
    1    1    2    3   16      0.0000
    2    2    3    2    4      0.0000
    3    3    4    2    4      0.0000
    4    5    4    3   16      0.0000
    5    6    7    3   16      0.0000
    6    7    8    2    4      0.0000
    7    8    9    2    4      0.0000
    8   10    9    3   16      0.0000
    9    7    2    1  253      0.0000
   10    8    3    1  253      0.0000
   11    9    4    1  253      0.0000

SECTIONS
    3
S12x35             3   16
```

```
    114.8156      10.3007     228.9832       9.8693       1.0799  29000.6935
11150.2663
M12x10              2    4
     32.8044       2.9402      61.5955       0.9939       0.0300  29000.6935
11150.2663
W12x19              1  253
     62.3285       5.5704     129.9905       3.7597       0.1800  29000.6935
11150.2663
RESTRAINTS
    4
    1    1    1    1    1    1    1    1       0.0000       0.0000       0.0000
0.0000       0.0000       0.0000

    2    5    1    1    1    1    1    1       0.0000       0.0000       0.0000
0.0000       0.0000       0.0000
    3   10    1    1    1    1    1    1       0.0000       0.0000       0.0000
0.0000       0.0000       0.0000
    4    6    0    1    0    0    0    0       0.0000      -1.0000       0.0000
0.0000       0.0000       0.0000
SPRINGS
    2
    1    4    1    0    0    0    0    0       1.0000       0.0000       0.0000
0.0000       0.0000       0.0000

    2    9    1    0    0    0    0    0       1.0000       0.0000       0.0000
0.0000       0.0000       0.0000
LOADS
    2
LOAD CASE
Load Case 1
JOINT LOAD
    2
    1    3    0    1    0    0    0    0       0.0000      -5.0000       0.0000
0.0000       0.0000       0.0000
    2    8    0    1    0    0    0    0       0.0000      -5.0000       0.0000
0.0000       0.0000       0.0000
MEMBER LOAD
    0
THERMAL LOAD
    0
LOAD CASE

Load Case 2
JOINT LOAD
    0
MEMBER LOAD
    6
    1    2  -14       0.0000       0.0000       2.5000       2.5000
    2    3  -14       0.0000       0.0000       2.5000       2.5000
    3    6  -14       0.0000       0.0000       2.5000       2.5000
    4    7  -14       0.0000       0.0000       2.5000       2.5000
    5    4    4       0.0000       0.0000      -4.0000      -4.0000
    6    8    4       0.0000       0.0000      -4.0000      -4.0000
THERMAL LOAD
    0

RESULTS
LOAD CASE
Load Case 1
DISPLACEMENTS AND REACTIONS
```

```
    1      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000
2.2274      2.5446      0.0426     -0.4825      0.0035     -9.8863

    2     -0.0338     -0.0009      0.1492      0.1749     -0.0213     -0.0015
0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000

    3     -0.0014     -0.1716      0.1358      0.1272     -0.0086     -0.0005
-0.0000     -0.0000     -0.0000     0.0000      0.0000      0.0000


    4      0.0309     -0.0009      0.0089      0.0011     -0.0062      0.0035
-0.0309     -0.0000     -0.0000     0.0000     -0.0000      0.0000

    5      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000
-2.1622      2.4827     -0.0213     -0.1002      0.0010      9.4208

    6     -0.4120     -1.0000     -0.2251      0.1986     -0.0202     -0.0411
0.0000      1.4778         0.0000     -0.0000      0.0000     -0.0000

    7     -0.3345     -1.0005      0.1492      0.1986     -0.0202     -0.0411
0.0000     -0.0000     -0.0000     0.0000      0.0000      0.0000


    8     -0.3696     -0.8375      0.1358      0.1272     -0.0079      0.3159
-0.0000     -0.0000      0.0000      0.0000     -0.0000      0.0000

    9     -0.1930     -0.0013      0.0089      0.0011     -0.0064      0.2085
0.1930      0.0000          0.0000     -0.0000      0.0000      0.0000

   10      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000
-0.2273      3.4949

-0.0213   -0.1002      0.0010    -17.6279

MEMBER ACTIONS

    1      2.5446     -2.2274      0.0426      0.0035      0.4825     -9.8863
-2.5446      2.2274     -0.0426     -0.0035     -0.8659    -10.1601


    2      2.6910      1.9920      0.0210      0.0002     -0.1149     10.1598
-2.6910     -1.9920     -0.0210     -0.0002     -0.0996     10.2054

    3      2.6723     -1.9797      0.0213      0.0005     -0.1010    -10.2023
-2.6723      1.9797     -0.0213     -0.0005     -0.1173    -10.0368

    4      2.4827      2.1622     -0.0213      0.0010      0.1002      9.4208
-2.4827     -2.1622      0.0213     -0.0010      0.0915     10.0388

    5      1.4778     -0.0000      0.0000      0.0000      0.0000     -0.0000
-1.4778      0.0000     -0.0000     -0.0000     -0.0000      0.0000


    6      0.3240      1.4794      0.0216      0.0003     -0.1196      0.0004
-0.3240     -1.4794     -0.0216     -0.0003     -0.1013     15.1241

    7      0.7492     -3.4042      0.0212      0.0005     -0.1001    -15.1272
-0.7492      3.4042     -0.0212     -0.0005     -0.1170    -19.6751

    8      3.4949      0.2273     -0.0213      0.0010      0.1002    -17.6279
-3.4949     -0.2273      0.0213     -0.0010      0.0915     19.6731

    9      0.0216     -0.0366     -0.0093      0.0004      0.1169     -0.0251
-0.0216      0.0366      0.0093     -0.0004      0.1158     -0.8899


   10     -0.0004     -0.0000     -0.0157     -0.0031      0.1971     -0.0005
0.0004      0.0000      0.0157      0.0031      0.1964     -0.0000

   11      0.0001      0.0093     -0.0092     -0.0020      0.1154      0.1163
-0.0001     -0.0093      0.0092      0.0020      0.1156      0.1163

LOAD CASE

Load Case 2

DISPLACEMENTS AND REACTIONS

    1      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000
-8.1758    -23.9131     -0.0503     -0.9305     -0.0332     13.4469


    2     -0.1168      0.0086      0.1907      0.1827      0.2050      0.2610
-0.0000      0.0000      0.0000     -0.0000      0.0000      0.0000

    3     -0.2978      0.9501     -0.0073     -0.2147      0.0999     -0.0842
0.0000     -0.0000      0.0000     -0.0000     -0.0000      0.0000

    4     -0.4781      0.0094     -0.0106     -0.0015      0.0782      0.0770
0.4781     -0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000

    5      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000
43.6556    -26.0598      0.0251      0.1189     -0.0127   -149.3328


    6      6.0137     -1.0000     -0.1786      0.1959      0.2213      2.5272
0.0000    -20.0706      0.0000      0.0000     -0.0000     -0.0000
```

```
     7      1.2501     -0.9927      0.1907      0.1959      0.2213      2.5272
0.0000     -0.0000     -0.0000    -0.0000     -0.0000     -0.0000

     8      0.6043      2.0743     -0.0073     -0.2146      0.0974     -0.1494
0.0000      0.0000      0.0000     -0.0000      0.0000     -0.0000

     9      0.1750      0.0108     -0.0106     -0.0015      0.0789     -0.4912
-0.1750     -0.0000     -0.0000    -0.0000      0.0000     -0.0000


    10      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000
36.2179    -29.9577      0.0251      0.1189     -0.0128    -65.0523

MEMBER ACTIONS

     1    -23.9131      8.1758     -0.0503     -0.0332      0.9305     13.4469
23.9131     -8.1758      0.0503      0.0332     -0.4782     60.1356

     2    -12.9606    -21.7098     -0.0241      0.0016      0.1299    -60.1136
12.9606     -3.8490      0.0241     -0.0016      0.1161    -31.1856

     3    -13.3874     -1.7513     -0.0253     -0.0008      0.1215     31.1849
13.3874    -23.8075      0.0253      0.0008      0.1373     81.5601


     4    -26.0598    -43.6556      0.0251     -0.0127     -0.1189   -149.3328
26.0598      7.6552     -0.0251     0.0127     -0.1072    -81.5656

     5    -20.0706     -0.0000      0.0000     -0.0000      0.0000     -0.0000
20.0706      0.0000     -0.0000     0.0000     -0.0000     -0.0000

     6     -4.1813    -19.6129     -0.0262      0.0017      0.1462     -0.0220
4.1813      -5.9459      0.0262    -0.0017      0.1217    -69.8395

     7     -6.2564      3.7271     -0.0250     -0.0008      0.1186     69.8402
6.2564     -29.2859           0.0250      0.0008      0.1365     98.9126


     8    -29.9577    -36.2179      0.0251     -0.0128     -0.1189    -65.0523
29.9577      0.2175     -0.0251     0.0128     -0.1073    -98.9071

     9     -0.0262     -0.0170      0.0122     -0.0220     -0.1434      0.0287
0.0262       0.0170     -0.0122    0.0220     -0.1606     -0.4528

    10      0.0013      0.0002      0.0187      0.0006     -0.2349      0.0031
-0.0013     -0.0002     -0.0187    -0.0006     -0.2322      0.0013

    11     -0.0002     -0.0109      0.0117      0.0055     -0.1461     -0.1365
0.0002       0.0109     -0.0117    -0.0055     -0.1468     -0.1366


END
```

付録 E
スプレッドシートを Multiframe と使う

表計算プログラム（スプレッドシート）を Multiframe で効果的に使って、構造の生成と Multiframe による解析結果の解釈を容易にする方法を説明します。

Multiframe オートメーション

下記に説明されている方法以外に、Multiframe のオートメーション機能を利用してデータを自動的にスプレッドシートに挿入する方法があります。詳しくは、Multiframe のオートメーションマニュアルを参照してください。

概要

1 つのアプリケーションから別のアプリケーションへデータをコピー／ペーストすることができます。この機能を使って Multiframe で作った構造をワープロまたは作図プログラムにコピーする方法にはお気づきかと思いますが、Multiframe からデータ表を表計算プログラムにコピーすることやその逆もできることをご存じなかったユーザもいらっしゃるかもしれません。

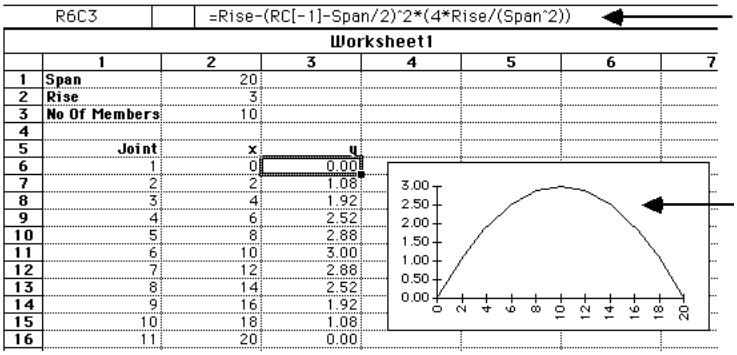
Multiframe のデータのコピーの基本的なやり方として、表の中でコピーしたい部分を選択して（マウスでドラッグまたはシフトクリックなどして）、編集メニューのコピーコマンドを選択し、クリップボードへデータをコピーします。次に表計算プログラムを起動してデータをペーストしたい位置にクリックします。そしてペーストコマンドを使ってデータを表計算プログラムに移します。データウィンドウは結果ウィンドウのどの表でもデータをコピーすることができます。

Multiframe にデータをペーストするには、逆の操作をします。表計算プログラムからコピーするデータを選択し、クリップボードへコピーし、Multiframe を起動し、ペーストする箇所を選択しペーストコマンドを選択します。データはデータウィンドウの、節点表、部材表、節点荷重表、部材荷重表にペーストすることができます。

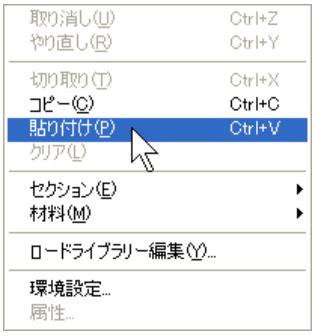
例 1 - アーチの作成

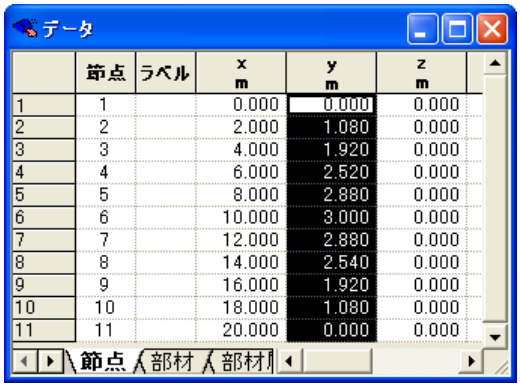
表計算プログラムでデータを作成し、Multiframe にペーストする方法として、放物線状（パラボラ状）のアーチを解析する例を考えてみましょう。構造を描いたりタイプ入力するのは非常に時間がかかり、アーチの形状をいくつかの選択幅を持って考えたいときその修正が困難です。しかし表計算プログラムを使ってアーチ構造を生成し、Multiframe のデータウィンドウにその座標系をペーストする方法があります。

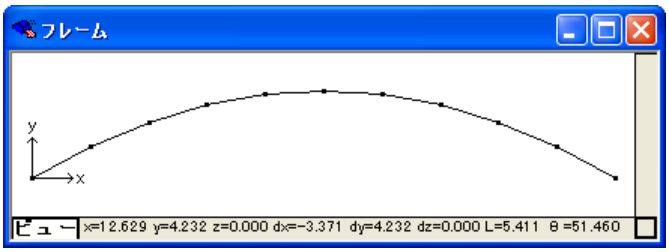
まず、Multiframe で適当な数のスパンを持つ連続梁を生成し、コピーして表計算プログラムの表に x のコラムをペーストします。次に、ペーストしたデータの隣のカラムにアーチの y 軸（高さ）の計算式を書きます。すると、それぞれの節点の y 軸座標が自動的に作成されます。



座標を作成したら、y 軸座標のカラムを表計算プログラムからコピーし、Multiframe の y カラムへペーストしてください。





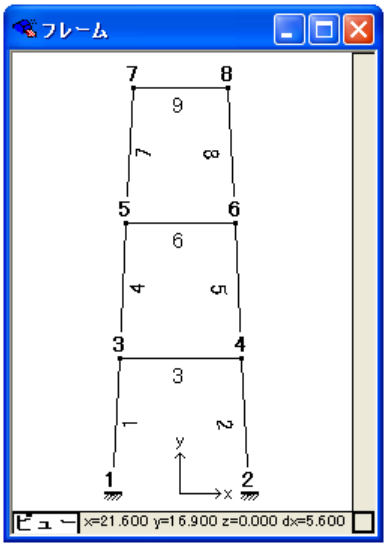


すると、自動的にアーチの構造が正確に作図され、Multiframe の他のウィンドウで表示をすることができます。

設定したセクションタイプ、拘束、構造への荷重は、新しい構造をペーストしても変更されませんので、新しい形状での結果を得るための再計算がすぐにできます。表計算プログラムで違う形状を生成し、Multiframe にペーストすることによって、別の形状を簡単に検討することができます。必要な座標をペーストするとき、表計算プログラムの節点と同じ順番で Multiframe に節点を登録するように留意してください。その際には、番号再割り当てコマンドが役に立ちます。Multiframe 内のカラムの一部を選択できるということ、構造の全体の座標を作成する必要がないという点もお忘れなく。

例 2 – 荷重の生成

構造の荷重の生成は構造の設計の中でも、最も時間がかかります。例えば、部材の地面からの高さによって変化する風荷重を受ける構造の場合、これらの荷重の値を決めるために何百という計算が必要となるでしょう。しかし、表計算プログラムを使用し、表から数値をテーブル検索の機能を使用して探し荷重を自動的に生成する機能を利用することができます。



荷重が部材の高さによって変化する場合、各部材の高さを計算する必要があります。データウィンドウの部材表でどの節点が各部材の端部にあるかを求め、節点表でそれらの座標値を求めることによって高さの計算ができます。表計算プログラムの違う場所にこれら 2 つの表をペーストし、どの列がこれら 2 つの表を指すかを設定してください。

JointData

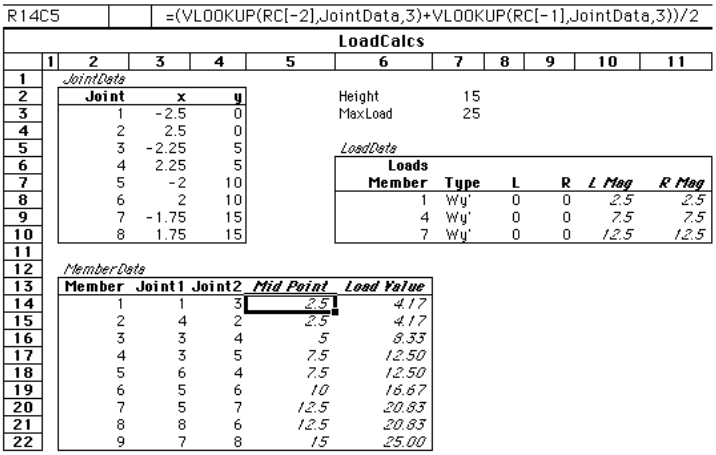
Joint	x	y
1	-2.5	0
2	2.5	0
3	-2.25	5
4	2.25	5
5	-2	10
6	2	10
7	-1.75	15
8	1.75	15

MemberData

Member	Joint1	Joint2
1	1	3
2	4	2
3	3	4
4	3	5
5	6	4
6	5	6
7	5	7
8	8	6
9	7	8

次に、部材の列にカラムを追加し、そこに節点の y 座標を求めるための公式を入れ、部材の中間地点の高さを求めるためにこれを使用します。そして、もう 1 つカラムを追加して、部材の中間地点から荷重の程度を計算するための計算式を入れます。

（計算された値は下図データのイタリック体で示されています。）



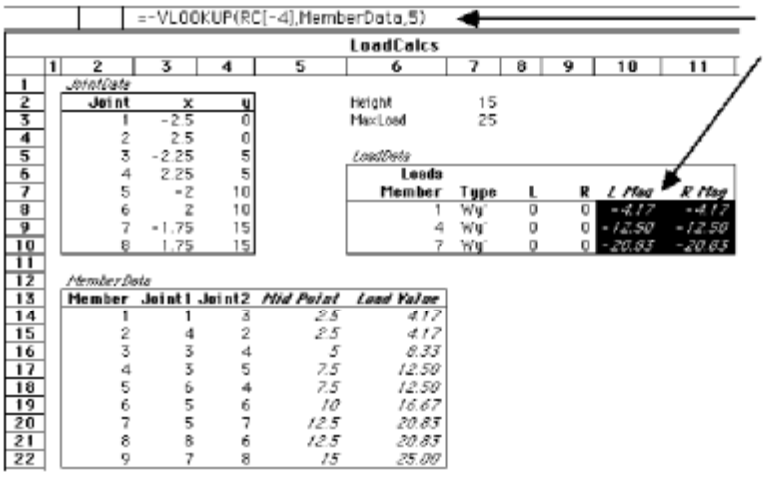
この関数で、節点データ配列から節点座標を検索、部材の中間点を計算します。

部材データ列のこの最後のカラムは、構造の各部材の必要な荷重値を表示します。次に、Multiframe 内の適当な部材のすべてに分布荷重をかけます。それから、Multiframe でデータウィンドウの部材荷重表をコピーし、表計算プログラムの新しい列にペーストします。

LoadData

Loads Member	Type	L	R	L Mag	R Mag
1	Wy'	0	0	0	0
4	Wy'	0	0	0	0
7	Wy'	0	0	0	0

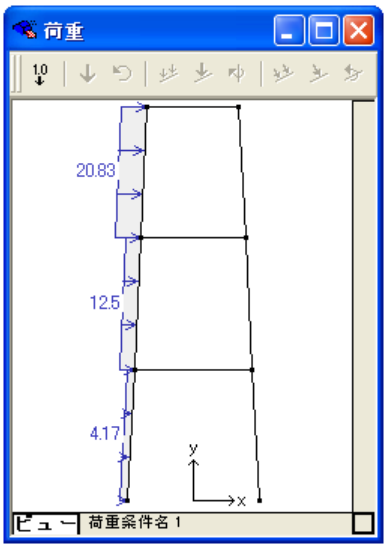
各部材のために計算した必要な荷重値を求めることによって、最後の 2 つの荷重列のカラムに、荷重値の計算式を入れます。



この関数で、部材データ配列の荷重値カラムからそれぞれの部材に必要な荷重を検索します。

これが済んだら、荷重の列から荷重値をコピーして、Multiframe の部材荷重表の荷重値カラムに戻します。

すると、必要な値を適用した部材荷重を更新できます。荷重値が Multiframe 内の地点に間違いなく正しい方向でペーストされるように、表計算プログラムにマイナス記号を使用する必要があるかもしれないので、これらの荷重の方向を覚えておいて下さい。



以上、手間のかかる操作に感じるかもしれませんが、一度覚えてしまえば、他の構造に対しても表計算プログラムを使えます。また、表計算プログラムの Lookup 機能を利用することに慣れてくると、他の操作にも応用が利きます（下の例をご参照ください）。

例 3 – 重量とコストの計算

Multiframe で構造を生成するとき、データウィンドウではセクション表で、使用セクションの表を表示します。

	Section	Group	Length m	No. Used	Total Length m	Mass/L kg/m	Total Mass kg
1	TS8x8x1/2	Sq. Tube	5.006	6	30.037	72.689	2183.388
2	C8x11.5	C	4.500	1	4.500	17.112	77.004
3	C8x11.5	C	4.000	1	4.000	17.112	68.448
4	C8x11.5	C	3.500	1	3.500	17.112	59.892
5	L4x4x5/8	Angle	6.897	1	6.897	23.362	161.115
6	L4x4x5/8	Angle	6.562	1	6.562	23.362	153.304
7	L4x4x5/8	Angle	6.250	1	6.250	23.362	146.010

この表を重量やコストの計算をするために表計算プログラムへコピーすることができます。表の全体をコピーすれば、総重量カラムで数値が合計されるので、構造の総重量が簡単に計算されます。

SectionData

Section	Group	Length	No Used	Total Length	Mass	Total Mass
TS8x8x1/2	Sq. Tube	5.0	6.0	30.0	72.7	2183.4
C8x11.5	C	4.5	1.0	4.5	17.1	77.0
C8x11.5	C	4.0	1.0	4.0	17.1	68.4
C8x11.5	C	3.5	1.0	3.5	17.1	59.9
L4x4x5/8	Angle	6.9	1.0	6.9	23.4	161.1
L4x4x5/8	Angle	6.6	1.0	6.6	23.4	153.3
L4x4x5/8	Angle	6.3	1.0	6.3	23.4	146.0
				Structure Weight		*2849.2*

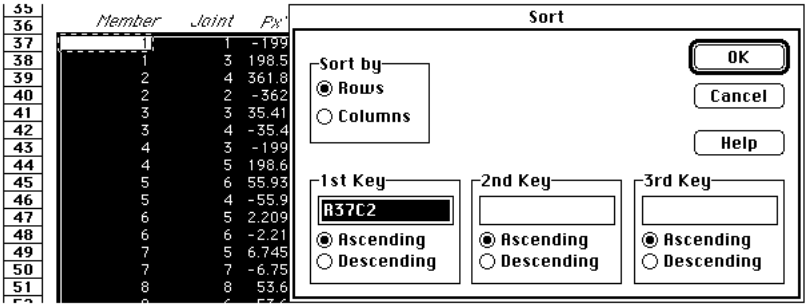
構造物の塗装コストを計算したい場合、長さ（L）D、B、tf、tw カラムの値を使って、総表面積を求めることができ、これを塗装コストの概算として使うことができます。

SectionData

Section	Length	D	B	tf	tw	*Surface Area*
TS8x8x1/2	30.0	203.2	203.2	12.7	12.7	*12.9*
C8x11.5	4.5	203.2	57.404	9.906	5.588	*1.0*
C8x11.5	4.0	203.2	57.404	9.906	5.588	*0.9*
C8x11.5	3.5	203.2	57.404	9.906	5.588	*0.9*
L4x4x5/8	6.9	101.6	101.6	15.875	15.875	*1.7*
L4x4x5/8	6.6	101.6	101.6	15.875	15.875	*1.6*
L4x4x5/8	6.3	101.6	101.6	15.875	15.875	*1.6*
						20.7

例 4 – 最大応力を求める

構造を解析した後、Multiframe は結果ウィンドウで部材の応力表を表示します。この表を表計算プログラムにコピーして、ソートし、最大軸応力のかかる部材などを見つけることができます。



この結果のもとで公式を追加し、他の設計パラメータを計算してその値のもとでソートします。

Windows 版 Multiframe バージョン 5.1 以降においては、Multiframe データ表のカラムヘッダー上で右クリックをすることにより直接ソートを行うことができます。

まとめ

表計算プログラムは設計者にとって欠かせないツールです。表計算プログラムを Multiframe との連携で使用すると設計ツールとして難解な設計計算の答えも素早く得ることができます。次回、Multiframe だけではできない計算が必要になった時は、是非表計算プログラムの機能を活用してみてください。

付録 F Multiframe の品質管理

この付録では、Multiframe の解析結果を正確で、かつ信頼性の高いものとするために、弊社で行っている品質管理の各プロセスについて説明します。

品質管理

多くの Multiframe ユーザから Multiframe の正確さについて問われています。この付録では、開発元 Formation Design Systems において、Multiframe の結果がいかに正確であるか、また出荷されるソフトの各々バージョンの信頼度の高さを実証していることを説明します。

品質の論理

どのソフトウェアプログラムもバグを完全になくすことは不可能に近いことですが、Multiframe では、エンジニアリングとテスティング理論を続けることにより、エンジニアの方々が期待する精度や高レベルの結果を保証しています。これは、構造型プログラミング技術、基本アルゴリズムの確認とアルゴリズムのコンピュータ上の実行テスト、実際問題の社内テストと Multiframe ユーザにおけるベータテストという手順によって開発／テスト作業を進めています。

構造型プログラミング

ソフトウェアでのバグを防ぐために、ソフトウェアの品質を向上させる構造型プログラミング技術を使っています。ソフトウェア開発方法論についての詳しい説明は省略しますが、簡潔に述べれば、ソフトウェアの信頼性を向上させるための構造型コード、オブジェクト指向設計、データのハイディングとエンカプセレーションと耐故障型プログラミング手順を使用しています。Multiframe は 420 万ステップを超える複雑なソフトウェアシステムであり、ソフトウェアの信頼性は開発手順に力を入れていることを証明するものです。

アルゴリズムの確認

Multiframe に新しい設計、または解析アルゴリズムを入れる際、解析結果が知られている立証済みのサンプル問題にまずアルゴリズムをテストさせます。このサンプル問題は通常参考文献 1-3 などのテキストから取られています。このテストケースでは、各自由度（Mx 曲げ応力, My 曲げ応力, 軸力など）を別々に検証する例題、それから複数自由度を同時に重ねる例題も検証します。このように簡単なテストケースは主軸に合わせている構造物と任意の角度に回転されている構造物に対して行います。

アルゴリズムの実行テスト

基本のアルゴリズムが正しいと一度証明されたならば、すでに証明済みの解析プログラムによって解析結果が確定されているもっと複雑なサンプル問題を使ってテストを行います。その結果を比較するには参考文献のような工学テキストの他、SAP、 NASTRAN など他のソフトウェアプログラムを使って開発元 Formation Design System やその他のエンジンニアで行われたテストを使います。

更新版のテスト

Multiframe の新バージョンを出すときには機能が正しく働くことを確認するためにさらに一連のテストを行います。このテストの中には、部材解放コマンドで設定される各部材タイプ、セクションタイプと方位、荷重タイプと荷重組み合わせなどの Multiframe のそれぞれの機能を働かせるフレーム解析問題があります。毎回新バージョンで出された結果は、前のバージョンと比較し、正しいと判断された解析結果と一致していることを確認します。

ベータテスト

Multiframe の新バージョンの正式発売の直前にはソフトウェアのベータテストを行います。ベータテストは、現役のエンジンニアに頼んで実際に使ってもらうもので、設計と解析仕事への適切性を確かめることになります。ベータテストを行った人からはプログラムの信頼性と正確性、または実際の作業への適切性と有用性に関する回答をいただきます。

バージョンの管理

Multiframe の各新バージョンにはバージョン番号とソフトウェアが出荷された日付を表示しています。アルファーテスト、またはベータテスト版には、次のような番号を付けています：1.5a2 （1.5 版の 2 番目のアルファーテスト版）、1.6b2（1.6 版の 2 番目のベータテスト版）。アルファーテスト版は社内利用のバージョンで信頼できるソフトウェアではありません。ベータテスト版は商業リリースの直前段階のバージョンで、現場でテストを依頼する場合に提供します。1.64 版のような番号が付いている時は、商業リリースのための製品であるという名前です。

例えば…

1.0d1	バージョン 1 の最初の開発版リリース
1.5a2	バージョン 1.5 の 2 番目のアルファ版リリース
1.6b2	バージョン 1.6 の 2 番目のベータ版リリース
1.64	バージョン 1.64 の商業リリース

しかし、我々も完全ではないが...

Formation Design Systems では、開発されたソフトウェアがユーザのニーズに対応し、正確な結果が得られるよう全力を尽くしています。しかしながら、複雑なソウトウエアシステムであるためエラーが起こる可能性がないわけではありません。Multiframe に問題があると思われる場合には、技術サポートスタッフ（日本ではディシジョン・ジャパン）へ連絡を下さい。万が一問題が見つかりましたら、早速訂正し、そのプログラムの新しいバージョンをお送りします。

Multiframe から正確な結果を出すには構造物を正しくモデル化し、出された結果を正しく分析することが必要となります。これにはマトリックスによる構造解析の理解と、構造工学分野での経験が要求されます。構造物を正しくモデル化し、結果に対して責任を取ることはユーザの責任であります。

索引

2

2D DXF 184
2D 解析 138

3

3D DXF 184
3D 解析 138
3D ビューを回転させる 46

A

Automation ヘルプ 212
Automation リファレンス 212

B

Backspace キー 45

C

Ctrl+クリック 45
Ctrl キー 45

D

DayStar テキスト 170, 185
Delete キー 45
DXF 167, 169, 183

E

El Centro 130

H

Home キー 45

I

Izmir 130

M

Microstran アーカイブ 184, 185
Multiframe v7 ..... 171, 185
Multiframe 荷重コード 231
Multiframe テキスト 184, 185
  インポート 169
  エクスポート 170
Multiframe テキストサンプルファイル 232
Multiframe について 212
Multiframe のインストール 2
Multiframe のキーボード操作 45
Multiframe のマウス操作 44
Multiframe の容量 218
Multiframe の起動 2
Multiframe ヘルプ 212
Multiframe 構造 167
Multiframe 終了 183

N

Navisworks 173, 185

O

OpenGL 2

P

P-delta 効果 140, 219
P-Delta 効果 140, 219

S

SDNF
  インポート 169
  エクスポート 171
SDNF テキスト 184, 185
Shift または Ctrl キー 45
Shift+クリック 44
Space Gass テキスト 184, 185

T

Tab キー 45

V

VRML 170

ア

アーチの作成 237
アイコンを整列 211
アニメーション 37, 173, 204

イ

一定間隔のフレームを生成 79
移動 67, 85, 198
インポート 183
  Multiframe テキスト 169
  SDNF 169
インポートサブメニュー 183

ウ

ウィンドウサイズ 49, 190, 191
ウィンドウツールバー 180, 194
ウィンドウの印刷 166, 183
ウィンドウへクリップ 192
ウィンドウへマスク 193
ウィンドウメニュー 211

エ

エクスポート 183
- DayStar テキスト 170
- DXF 169
- Multiframe v7 171
- Multiframe テキスト 170
- Navisworks 173
- SDNF 171
- VRML 170
- 時刻歴応答結果テキストファイル 171
- スプレッドシートテキスト 170
- ビットマップイメージ 172

エクスポートサブメニュー 184
円形の部材の作成 78
円弧生成 78
円弧に変換 72, 197
円筒座標 81

オ

応力サブメニュー 204, 207
応力図 157
応力ツールバー 178, 195
応力度 157
応力度サブメニュー 204, 208
大阪 130
奥行き 190
押し出し 89, 198
オンラインサポート 212

カ

解析 27
解析設定データ表 206
解析の精度 139
解析の中止 139
解析パラメータ 140
解析法 214
解析を実行 209
解析をする 138
回転 88, 197
拡大 47, 189
重ねて表示 211
可視 62
荷重 211
- 自重 125
- 節点荷重 116
- 節点モーメント 117
- 全体集中荷重 120
- 全体分布荷重 118
- 全体モーメント 122
- 熱荷重 123
- 部材集中荷重 121
- 部材分布荷重 119
- 部材モーメント 122
- 編集 124

荷重ウィンドウ 176
荷重条件 127, 210
荷重条件ツールバー 179, 195
荷重条件データ表 206
荷重条件の組み合わせ 26
荷重条件の削除 129, 209
荷重条件の追加 127, 209
荷重条件の追加サブメニュー 210
荷重条件の並べ替え 130, 209
荷重条件の複製 127
荷重条件の編集 129, 209
荷重ツールバー 179, 195
荷重データのインポート 131
荷重の生成 239
荷重メニュー 202
荷重を定義する 116
カスタムセクション 104
カスタムセクションの追加 104
カラー 191
カラー印刷 165
環境設定 148, 186
- 数値 188
- ビュー設定 188
- 表示設定 187
- ライセンス 188
- レポート 187

キ

記号 214
規定変位 117, 202
規定変位データ表 206
逆反復法 142
球状の座標 83
吸着 65
切り取り 186
近接節点の結合 198

ク

組み合わせ Sx'+ Sby' 右 209
組み合わせ Sx'+ Sby' 左 209
組み合わせ Sx'+ Sbz' 上 209
組み合わせ Sx'+ Sbz' 下 209
組み合わせ荷重条件 127
組み合わせ荷重条件の追加 128
グラフィックス 173
クリア 186
クリック 44
グリッド 61, 190
クリッピング 12, 50, 190, 192
クリッピング解除 192
クリッピングゾーン 52
クリッピングゾーンの保存 192
クリッピングツールバー 181, 195
クリッピングとマスキング 49
クリップグレー 192
クリップ透明 192
グループ 97
グループ化 96
グループから削除 200
グループセット 96
グループセットの削除 200
グループセットの追加 200
グループセットの編集 200
グループツールバー 181, 194
グループの削除 200
グループの追加 200
グループへクリップ 192
グループへ追加 200
グループへマスク 193
グループメニュー 200
グループをマスク 193

ケ

計算シート 162, 212
計算シートウィンドウ 176
計算シートの変数 162
計算式の保存 164
計算レイアウト 211
計算を実行 209
計算をする 162
ケースメニュー 209
結果 34, 145, 212
　固有値振動解析 150
　座屈解析 150
　時刻歴応答解析 150
　非線形解析 150
結果ウィンドウ 145, 176
結果サブメニュー 204, 206
結果レイアウト 35, 211
結果レポートの印刷 165
結果を見る 145
現在ビュー 190
現在ビューサブメニュー 193
原点を設定 67

コ

剛域の設定 111
剛床仮定 98
剛性マトリックス 215
剛性マトリックス法 214
構造グリッド 62, 190
構造図 154
構造と結果の保存 38
構造物を描く 61
構造物を作る 61
拘束 93
拘束データ表 206
神戸 130
固定間隔 132
コピー 186

固有関数 135
固有値振動解析結果 150
固有値振動数表 207
サ
最小応答値 211
サイズの拡大率 54
最大応答値 210
最大応力を求める 242
最大反復 143
最大部材応力 147
最大部材応力度 148
最大部材応力度表 207
最大部材応力表 207
再度解析を実行 179
材料 186
材料削除 189
材料サブメニュー 189
材料追加 189
材料編集 189
削除
セクション 105
作成ツールバー 177, 195
作成メニュー 197
座屈解析 141, 161
オプション 143
計算手法 142
最大反復 143
参照ケース 142
収束許容誤差 143
モード数 142
座屈表 207
座屈モード 210
座標値 90
座標編集 90
サマリーの印刷 165, 183
参考書 220
シ
式の計算 135
軸. 190
軸圧縮力 208
軸圧縮力 Sx' 208
軸縮み 140, 219
軸引張力 207
軸引張力 Sx' 208
軸力 Px' 207
軸力 Sx' 208
刺激係数 150
刺激質量比 150
時刻メニュー 210
時刻歴応答 210, 211
時刻歴応答解析の実行 144
時刻歴応答荷重条件 132
時刻歴応答荷重条件の追加 132
時刻歴応答荷重の表示 133
時刻歴応答結果 150
時刻歴応答結果テキストファイル 171, 185
時刻歴応答の包絡荷重条件 152
自重 125, 126, 210
地震 210
地震による荷重条件 133
地震による荷重条件の追加 133
質量マトリックスタイプ 139
自由設定 132
収束率 143
集中質量マトリックス 139
重量とコストの計算 241
縮尺の変更 88, 197
縮小 49, 190
上下に並べて表示 211
新規 182
シンボル 55, 153, 203
シンボルツールバー 180, 194
ス
数値での荷重条件の編集 129
数値での荷重編集 124
数値での拘束変更 95
図形の印刷 166, 183
ステータスバー 191
ステップ荷重データ表 206
ステップ間隔の設定 134
スプレッドシート 237

スプレッドシートテキスト 185
図面の奥行き 64
奥行き 64
寸法 61, 190

せ

生成 74, 75, 198
生成ツールバー 177, 195
静的 210
静的荷重条件の追加 127
静的組み合わせ 210
セクション 102, 186
  削除 105
  編集 106
セクションカラー 189
セクション削除 105, 189
セクションサブメニュー 189
セクション属性 16, 102
セクション属性変数 164
セクションタイプ 102, 106, 201
セクション追加 104, 189
セクションデータ 106
セクションデータ表 206
セクション編集 106, 189
セクションマップフォーマット 227
セクションライブラリー 102, 103, 106
セクションライブラリーを開く 183
接続部材の追加 197
絶対応答値 211
節点
  拘束 93
  質量 99
  タイプ 108
  同一変位グループ設定 98
  番号 92
  方位 108
節点荷重データ表 206
節点荷重の取り消し 117, 202
節点拘束 16, 94, 200
節点質量 99, 200
節点質量データ表 206
節点質量の削除 100
節点タイプ 108, 201
節点ツールバー 178, 195
節点データ表 205
節点の座標を変更する 84
節点の整列 85, 198
節点の選択 15, 69
節点の追加 84, 198
節点のモーメント 117
節点バネ 95, 200
節点番号 92
節点反力 159
節点反力の結果表示 146
節点へ吸着 65
節点への荷重 20, 116
節点変位 32, 160
節点変数 136
節点方位 108, 201
節点ラベル 93, 201
節点を動かす 83
線形解析結果 209
線形解析を実行 209
全体 Mx 208
全体 My 208
全体 Mz 208
全体集中荷重 120, 202
全体節点荷重 21, 116, 202
全体節点モーメント 202
全体分布荷重 118, 202
全体モーメント 122, 202
選択
  ウィンドウから 196
  グループ 196
  斜材 196
  セクション 196
  節点 195
  節点ラベル 195
  全体 195
  縦柱 196
  デザイン部材 196
  デザイン部材ラベル 196
  同一変位グループ 196
  部材 196
  部材応力 196
  部材ラベル 196

横梁 196
選択した部材及び節点のみ印刷 166
選択へクリップ 51, 192
選択へマスク 53, 193
選択メニュー 195
選択をマスク 53, 193
せん断 Vy' 207
せん断 Vz' 207
せん断変形 219
せん断面積 114
せん断力 Sy' 208
せん断力 Sz' 208

ソ

ゾーンの編集 192
ゾーンへクリップ 192
属性 188
ソフトウェアの更新 212

タ

ダブルクリック 45
単位 190
単精度 139
端部バネ 112
断面 2 次モーメント 216

ツ

ツールバー 191, 194

テ

データ 211
データウィンドウ 176
データ交換 167
データサブメニュー 204, 205
データを印刷する 41
テキストファイルフォーマット 229
デザイン部材の削除 200
デザイン部材の作成 200

ト

同一変位グループ設定 98, 201
同一変位グループデータ表 206
同一変位グループの節点選択 99
動的荷重 203
動的荷重の追加 132
動的な作図ラインへの拘束 65, 199
特殊 198
閉じる 182
トラス 225
ドラッグ 44
トラブルシューティング 221
取り消し 186
トルク Tx' 208
トルコ 130

ナ

名前を付けて保存 38, 183
並べて表示 211

ネ

ねじれ Tx' 208
熱荷重 123, 203
熱荷重データ表 206

ハ

倍精度 139
バネ支点 94
バネデータ表 206
バネ部材応力表 207
バネ部材データ表 206
バネ部材の応力 149
バネ部材の硬さ 201
バネ部材の追加 197
貼り付け 186
パン 48, 189
番号再割当 93, 198
半剛接合 112
反転 89, 198
反力 32, 34, 153
反力表 206
凡例 56, 203

ヒ

非線形解析 219
非線形解析結果 150, 209
非線形解析の実行 139
非線形解析を実行 209

ビットマップイメージ 172, 185
ビュー 46
ビュー3D ツールバー 180, 194
ビューツールバー 178, 194
ビューメニュー 189
表
解析設定 206
荷重条件 206
規定変位 206
結果 206
拘束 206
ステップ荷重 206
セクション 206
節点 205
節点荷重 206
節点質量 206
端部バネ 205
同一変位グループ 206
熱荷重 206
バネ 206
バネ部材 206
部材 205
部材荷重 206
部材属性 205
部材端部 205
描画設定 66, 199
描画ツールバー 177, 195
表示メニュー 203
標準セクション 103
標準セクション追加 103, 189
表データ 173
開く 182
ピン拘束 16
品質管理 243
品質の論理 243
ピン接合 108
フ
ファイルツールバー 177, 194
ファイルのインポート 167
ファイルのエクスポート 169
ファイルメニュー 182
フォーマットツールバー 179, 194
フォント 190
複数の荷重条件 127
複製 79, 197
部材 92, 102
オフセット 111
構成タイプ 113
せん断面積 114
タイプ 110
端部解放 109
端部バネ 112
番号 92
部材応力 37, 146, 216
部材応力度 147
部材応力度表 207
部材応力表 207
部材オフセット 201
部材解放 109, 201
部材荷重データ表 206
部材荷重の取り消し 202
部材細部 148
部材細部表 207
部材削除 74, 197
部材座屈 150
部材軸と全体軸 214
部材自重 125, 203
部材質量 100, 201
部材集中荷重 121, 203
部材図 31, 157
部材節点荷重 116, 202
部材節点モーメント 202
部材せん断面積 201
部材属性データ表 205
部材タイプ 110, 201
部材端部データ表 205
部材端部バネ 201
部材端部バネデータ表 205
部材端部バネの応力 149
部材端部を逆に 198
部材追加 67, 197
部材ツールバー 178, 195
部材データ表 205
部材と部材の接続 68
部材の結合 198
部材の交差 198

部材の再サイズ 87
部材の接続解除 87, 198
部材の選択 7, 17, 70
部材番号 92
部材 1 つを動かす 86
部材分割 71, 197
部材分布荷重 119, 120, 202
部材へ吸着 65
部材への荷重 22
部材変数 137
部材方位 100, 201
部材モーメント 122, 203
部材モデル 113, 201
部材ラベル 93, 201
プリンターの設定 40
プリンターのセットアップ 165
プリント 40, 165
フレーム 79, 211
フレームウィンドウ 176
フレームへクリップ 51, 192
フレームへマスク 193
フレームメニュー 200
プロジェクト情報 39
プロット 204, 212
プロットウィンドウ 152, 176
プロットカラー 204
プロットのカスタマイズ 156, 204
プロパティ 39, 183
分散質量マトリックス 139

ヘ

ページ設定 165, 183
ベータ角度 100
ベータテスト 244
ヘルプメニュー 212
変位 146
変位表 206
変形 204
編集
　セクション 106
編集メニュー 186
編集レイアウト 211

ホ

方位
　節点 108
包絡 210
包絡荷重条件の追加 128
包絡荷重条件のプロット 158
保存 182

マ

曲げ Sby' 右 208
曲げ Sby' 左 208
曲げ Sbz' 上 208
曲げ Sbz' 下 208
マスキング 53, 190, 192
マスキング解除 193
マスクグレー 193
マスク透明 193

メ

メモリの使用量 139

モ

モーダル解析 143, 160
モード形状 210
モード形状のスケール 144
モード次数 143
モーメント My' 207
モーメント Mz' 207
門生成 74

ヤ

ヤコビ法 142
矢印キー 45
やり直し 186

ヨ

横ずれ 90, 198

ラ

ラーメン構造の生成 75
ライセンス 188
ライブラリーを開く 183

レ

レイリー減衰係数 135
レポート 212
Microsoft Word を使用する 188
新しいページのはじめに表のヘッダーをつける 187
交互の列に濃淡をつける 187
バッファー 188
フォント 187
レポートウィンドウ 176
レポートレイアウト 211
連続梁 77
連続梁の生成 77
レンダリング 53, 204
レンダリング長 54
レンダリングツールバー 180, 194

ロ

ロードライブラリー 130
ロードライブラリー編集 130, 186